Aus der Medizinischen Univ.Klinik zu Frankfurt a. M.
(Direktor: Prof. Dr. F. Volhard)

Der Kapillardruck des Normalen und seine Abhängigkeit mit funktionellen Prüfungen; der Kapillardruck bei Hochdruckkranken.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
in der gesamten Medizin
der
Hohen Medizinischen Fakultät der
Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt a. Main
vorgelegt von

Walter Gefe

im Juni 1938.

1938
Buchdruckerei Richard Mayr. Würzburg.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Frankfurt a. M.

Referent: Prof. Dr. H. Hildebrand

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern

Bodleian Library

Im Rahmen einer größeren Arbeit von Herrn Dr. H. Hildebrand, Dozent und Oberarzt der Medizinischen Universitätsklinik in Frankfurt a. M., fiel mir die Aufgabe zu, den Capillardruck

1. in Abhängigkeit vom Alter,
2. a) in Abhängigkeit vom venösen Druck,
   b) in Abhängigkeit vom arteriellen Druck (Adrenalin),
3. bei Hypertonien
   a) essentiellen,
   b) malignen,
   c) akuter diffuser Glomerulonephritis,
   d) chronischer diffuser Glomerulonephritis

zu untersuchen.

Hauptteil I.

Besprechung
A. der Apparatur nach Kylin,
B. der Apparatur nach Danzer und Hooker.
Mitteilung des Schrifttums.
Kritik.

Hauptteil II.

Eigene Ergebnisse; der Capillardruck
1. in Abhängigkeit vom Alter,
2. a) in Abhängigkeit vom venösen Druck,
   b) in Abhängigkeit vom arteriellen Druck (Adrenalin),
3. bei Hypertonien
   a) essentiellen,
   b) malignen,
   c) akuter diffuser Glomerulonephritis,
   d) chronischer diffuser Glomerulonephritis

Hauptteil III.

Besprechung.
Folgerungen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546401_0071

Hauptteil I.

Zur Verfügung standen mir zwei Apparaturen:

A. die nach Kylin,
B. die nach Danzer und Hooker.

A. der Kylin'sche Capillardruckapparat besteht aus

1. einer flachen runden Metallkammer, deren obere größere Öffnung durch eine dünne Glasscheibe, deren untere Öffnung von etwa 8 mm Durchmesser durch eine lose eingespannte tierische Membran („Goldschlägerhäutchen") verschlossen ist.
2. einem Metallstativ, das einen in der Höhe verstellbaren Halter für die oben beschriebene Druckkammer trägt und eine Vorrichtung besitzt, den zu untersuchenden Finger zu fixieren.
3. einer Einrichtung (Gummiball oder Rekordspritze), mittels derer in der Druckkammer der gewünschte Kompressionsdruck erzeugt wird.
4. einem Wassermanometer, um den betreffenden Kompressionsdruck abzulesen.

Kylin führt die Druckmessung an den oberflächlichen Hautcapillaren durch, „die in der Höhe des Nagelfalzes eines Fingers liegen."

Man setzt die Metallkammer auf eine etwas hinter dem Nagelfalz gelegene Stelle der Haut der Dorsalseite eines Fingers auf, sodaß das Goldschlägerhäutchen mit einem Radius von ca 1,5 mm gerade eben die betreffende Hautpartie berührt, auf die vorher schon ein Tropfen Zedernholzöl gebracht wurde. Dann stellt man diese Stelle im Capillarmikroskop ein und erzeugt in der Metallkammer einen langsamen zunehmenden Kompressionsdruck, dem das Goldschlägerhäutchen nachgibt und so die darunter liegende Hautstelle zusammenpreßt. Hierbei verschwinden bei einem bestimmten Kompressionsdruck einige (5—8; die kleinsten und oberflächlichst gelegenen) Capillaren aus dem Gesichtsfeld durch Ausdrücken des in ihnen befindlichen Blutes. Kylin nimmt dies als Kriterium dafür, daß der Kompressionsdruck die Höhe des intracapillären Druckes erreicht hat, und bezeichnet den so erhaltenen Druck als „capillaren Kompressionsdruck". Durch die Art der Bezeichnung will er zum Ausdruck bringen, daß es nicht möglich ist anzugeben, an welcher Stelle des Capillarsystems man den Druck bestimmt oder ob vielleicht der gemessene Druck überhaupt nicht in den Capillaren sondern in den Präcapillaren herrscht.

B. Die Apparatur nach Danzer und Hooker ist nach demselben Prinzip konstruiert wie die Kylin'sche, weicht aber in der Ausführung sehr wesentlich davon ab. Das durchsichtige tierische Häutchen überspannt eine be-

deutend größere Öffnung (von ca. 3 cm Durchmesser) der Druckkapsel und wölbt sich halbkugelig (ungefähr 1 cm weit) vor. Dies ist insofern ein Vorteil, als bei dem Kylin'schen Apparat die Gefahr besteht — worauf Klingmüller hingewiesen hat —, daß bei straff eingezogener Membran — das richtige Einspannen derselben ist schwierig — durch zu geringes Nachgeben des Häutchens bei der Druckbestimmung zu hohe Werte vorgetäuscht werden.

Danzer und Hooker messen den Druck in den Nagelfalzcapillaren in mm Hg und nehmen als Kriterium das Wiederingangkommen der Blutströmung in den Capillaren, die bei einer bestimmten Höhe des Kompressionsdruckes stillsteht und bei Nachlassen des Druckes wiedereinsetzt. Von den für mehrere Capillaren erhaltenen Werten nehmen sie das arithmetische Mittel.

Mitteilung des Schrifttums.

A. Ergebnisse, gewonnen unter Verwendung des Kylin'schen Apparates.

1. Bei Normalen und bei Kranken ohne Hochdruck.

Der Capillardruck des Gesunden liegt nach Kylin zwischen 80 und 200 mm H_2O. Tagesschwankungen des Capillardruckes entsprechend denen des arteriellen Druckes konnte Kylin nicht feststellen. Nach seinen Angaben ist der Capillardruck in allen Altersstufen gleich hoch. Er fand ihn in Abhängigkeit von dem hydrostatischen Druck in den Gefäßen. Wurde die zur Untersuchung dienende Hand unterhalb einer bestimmten Höhe zum Herzen gesenkt, so stieg der Capillardruck an, um bei gleichbleibender Lage der Hand kurze Zeit darauf auf etwas niedrigere Werte zu sinken (letzteres erklärt sich Kylin durch „Hineinspielen der hämodynamischen Kraft der Capillaren". Er glaubt, daß der wirkliche Capillardruck wesentlich niedriger ist als der von ihm bestimmte Druck und nimmt an, daß die Capillaren selbst helfen, „das Blut durch peristaltische Wellen vorwärts zu pressen").

Schönfelder bestimmte die Grenzen des Capillardruckes beim Normalen zu 110 und 210 mm H_2O.

Ljundahl und Ahlgreen fanden den Capillardruck beim Gesunden bei 420 Einzelablesungen 172mal unter 100 mm H_2O.

Nevermann gibt als Normalwert für den Capillardruck 75 bis 150 mm H_2O an und betrachtet Werte zwischen 150 und 200 mm H_2O schon als leicht erhöht. Bei Labil-Vegetativ-Nervösen fand er erhebliche Schwankungen des Capillardruckes, der dabei oft an der oberen Grenze des Normalen lag.

Nach Grzechowiak hält sich der normale Capillardruck zwischen 80 und 190 mm H_2O.

Göbel gibt ähnliche Werte an. Bei Vasomotorikern und nach Aufregung zeigte der Capillardruck größere Schwankungen als beim Normalen. Bei einem Fall von Addison fand Göbel innerhalb einer Capillare excessive Druckschwankungen (einmal einen Druckanstieg von 90 auf über 700 mm H_2O!) (!)

Klingmüller macht keine näheren Angaben über den Normalwert des Capillardruckes. Bei 7 Fällen von Diabetes fand er den Capillardruck zu: 230, 250, 160, 360, 180, 130, 200 mm H_2O; der Venendruck war in den ersten drei Fällen unter 100 mm H_2O, bei den übrigen zwischen 100 und 140 mm H_2O. Anscheinend hat Klingmüller etwas höhere Werte für den Normal-Capillardruck gefunden, was für die Beurteilung seiner Werte bei pathologischen Zuständen von Wichtigkeit ist. „Da trotz aller Vertrautheit mit der Methode die erzielten Werte stets bei allen Untersuchungen die unzuverlässigsten Schwankungen aufwiesen", führte Klingmüller zahlreiche gleichzeitig

vorgenommene Capillardruck- und Venendruckbestimmungen durch. Er fand den Capillardruck bei Decompensationen jeder Art niedriger als den entsprechenden Venendruck. Die Unabhängigkeit des Capillardruckes vom Venendruck, die aus dieser Beobachtung gefolgert werden müßte, erklärt Klingmüller sich nicht vorstellen zu können und sieht den Wert der unblutigen Messung des Capillardruckes dadurch in Frage gestellt.

Rominger, der als Kriterium bei der Capillardruckbestimmung das Verschwinden der ersten Capillaren nimmt (während Kylin das Verschwinden von etwa 5—8 Capillaren als Kriterium angibt), führte zahlreiche Messungen bei Säuglingen, Kindern und Erwachsenen durch und fand, daß der Capillardruck in allen Altersstufen gleich hoch ist, zwischen 80 und 180 mm H_2O, im Mittel 110 mm H_2O.

Meldolesi fand als Normalwert des Capillardruckes 90—120 mm H_2O. Bei zwei Herzklappenfehlern war er erhöht, bei einer luischen Erkrankung der Aorta sogar 280—290 mm H_2O. Bei Decompensation stieg der Capillardruck mit dem Venendruck an.

Gherardini, der nicht — wie Kylin annimmt — Kylins Apparat sondern einen eigenen verwendet, ermittelte den normalen Capillardruck zu 110 bis 200 mm H_2O.

Auch Rajka benutzte entgegen den Angaben Kylins nicht dessen Apparat bei seinen Untersuchungen. Er befestigte eine kleine gewölbte, zur Kompression der Haut dienende Glasscheibe an dem Objektiv eines Mikroskops und maß den Kompressionsdruck mittels einer auf dem Prinzip der Analysenwaage beruhenden Konstruktion. Rajka fand den Capillardruck in den oberflächlichst gelegenen Capillaren nicht über 5—20 mm H_2O; nur zur Kompression weiter oder tiefer liegender Capillaren waren etwas höhere Werte: 25—30 mm H_2O erforderlich. Er stellte eine auffallende Abhängigkeit von den Jahreszeiten fest. Der Capillardruck war am niedrigsten im Sommer, 5 bis 17 mm H_2O, im Frühjahr 15—25 mm H_2O, im Herbst 20—35 mm H_2O und im Winter 35—50 mm H_2O. Gesteigert war er bei Akrocyanose, in den lividen Partien bei cutis marmorata und in entzündeten Hautpartien.

2. Bei Kranken mit Hochdruck.

Bei essentieller Hypertonie ist der Capillardruck nach Kylin nicht erhöht.

In einer kleineren Arbeit, die 1920 erschienen ist, machte Kylin davon Mitteilung, daß der Capillardruck bei maligner Sklerose erhöht ist, ohne nähere Angabe über Zahl der Messungen und Höhe der Drucksteigerungen zu machen. Er hat die Beobachtung in seinem Buch „Die Hypertoniekrankheiten" nicht erwähnt (Auflage von 1930).

Bei akuter Nephritis fand Kylin Steigerung des Capillardruckes, die meist zwischen 300 und 400 mm H_2O lag, oft 500 mm und als Höchstwert 750 mm H_2O erreichte. Sie stand „in keinem sicheren Verhältnis" zur Blutdrucksteigerung. In manchen Fällen war der Capillardruck hochgradig erhöht, während der Blutdruck in normalen Grenzen lag. Bei Ausheilung der Nephritis sank der arterielle Blutdruck im allgemeinen schneller als der Capil-

lardruck. Die Capillardrucksteigerung blieb oft länger bestehen als die Blutdrucksteigerung.

Über den Capillardruck bei chronischer Nephritik macht Kylin keine Angaben.

Secher stellte bei 76 „Arteriosklerotikern" mit systolischem Druck zwischen 140 und 230 mm Hg Capillardruckwerte von 169 bis 400 mm H_2O fest mit einem Durchschnitt von 244 mm H_2O, „mithin eine bedeutende Erhöhung über das Normale". Der Capillardruck folgte im allgemeinen in seinen Abweichungen dem systolischen Druck. Bei einem Mädchen mit Nephritis gingen den Schwankungen des arteriellen Blutdruckes parallel Änderungen des Capillardruckes. Bei einem Fall von hämorrhagischer Nephritis ohne Blutdrucksteigerung fanden sich Capillardruckwerte von 120 bis 460 mm H_2O („aber gleiche Werte wurden auch in Fällen von Morbus cordis, chronischer Pneumonie u. a. festgestellt").

Nevermann untersuchte das Verhalten des Capillardruckes bei „Schwangerschaftsnieren" und Eklampsien. Im Stadium des Hochdruckes bei zwei Fällen von Schwangerschaftsnieren (RR: 170 mm) war der Capillardruck 150 mm und 200 mm H_2O. Nach Abfall des arteriellen Druckes (RR: 125 und 107 mm Hg) betrug er 110, 190 und 240 mm H_2O. Bei drei Eklamsien mit Blutdrucksteigerung (170, 144 und 158 mm Hg) fanden sich Capillardruckwerte von 300, 260 und 120 mm H_2O, die nach Abfall des arteriellen Druckes 100, 140 und 250 mm H_2O betrugen. Eine vierte Eklampsie (122 mm Hg) hatte einen Capillardruck von 100 mm, der nach Absinken des arteriellen Druckes auf 150 mm H_2O anstieg.

Grzechowiak bestimmte den Capillardruck bei fünf „nierenkranken Schwangeren" und bei zwei Eklampsien. Bei einer nierenkranken Schwangeren mit einem Blutdruck von 120 mm Hg, 3 pro m. Albumen und vielen Leucocyten im Urinsediment betrug der Capillardruck 310 und 360 mm H_2O. „Die übrigen Fälle waren analog." Bei den Eklampsien beobachtete Grzechowiak Werte bis zu 400 mm H_2O, nähere Angaben fehlen. „Die Normalwerte wurden auch nach längerer Zeit nicht erhalten bei den Nierenkranken, eine Erhöhung blieb stets bestehen."

Bei „Nephritikern" im ödematösen Stadium (10 Fälle; es fehlen Angaben über die Höhe des arteriellen Druckes) fand Göbel „keine ausgesprochenen Capillardruckerhöhungen" (180—250 mm H_2O). Mit beginnender Ödemausschwemmung stieg der Capillardruck etwas an und zeigte größere Druckschwankungen, 260 bis 600 mm H_2O. Bei bestehender Blutdrucksteigerung fiel gewöhnlich das Abklingen derselben mit dem Ansteigen des Capillardruckes zusammen.

Klingmüller, der mehrere Jahre hindurch Capillardruckbestimmungen ausgeführt hat, faßt die Ergebnisse seiner Arbeit wie folgt zusammen:

Die Kylin'schen Capillardruckwerte pathologischer Fälle werden als zur Zeit noch unzuverlässig abgelehnt.

Kylins Hypothese für die Entstehung der Capillardrucksteigerung beruht auf einem Irrtum. Daß bei den drei Nephritisformen (akuter Glomerulo-

nephritis, Scharlachnephritis, eklamptischer Graviditätsnephritis) stets Capillardrucksteigerungen auftreten sollen, konnte nicht bestätigt werden.

Die hier gemachten Beobachtungen sprechen im Gegenteil für die Anschauungen von Kraus, O. Müller und Göbel.

Als klinisch verwertbare Capillardrucksteigerung betrachtet Klingmüller nur Werte zwischen 500 und 700 mm H_2O. (!)

Bei vier Fällen von essentieller Hypertonie (ersichtlich aus der Zusammenstellung von Fällen, bei denen gleichzeitig Venendruck- und Capillardruckbestimmungen vorgenommen wurden; weitere Angaben fehlen) fand Klingmüller Werte von 140, 250, 250 und 180 mm H_2O.

Klingmüller äußert sich zur Frage der Capillardruckbestimmung überhaupt in dem Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden wie folgt:

„Allen Versuchen der Capillardruckmessung, ob blutig oder unblutig, blieb stets nur ein fraglicher Erfolg beschieden. Die Unsicherheit findet ihren beredten Ausdruck in der Skala der gemessenen Werte, die in der Höhe zwischen mehr als 1000 mm (Luisada) und 20 mm (Rajka) H_2O beim Normalen schwanken. Die von Luisada und Rajka beschrittenen Wege sind von Klingmüller vor Jahr und Tag auch gegangen worden, von einer Veröffentlichung der damals konstruierten Apparate wurde aber Abstand genommen, da die Zuverlässigkeit der erzielten Ergebnisse zu wünschen übrig ließ. Sieht man einmal von allen Bedenken ab, so erwies sich die von Straub in diesem Handbuch beschriebene Kylin'sche Apparatur noch als am zweckmäßigsten."

Rominger nimmt zur Frage des Verhaltens des Capillardrucks bei Blutdruckerhöhung folgendermaßen Stellung:

„Auch die bei den stärksten Blutdrucksteigerungen, die wir kennen unter pathologischen Verhältnissen, nämlich bei der akuten Glomerulonephritis erhobenen Befunde stehen im allgemeinen im Einklang mit der Annahme, daß der Capillardruck bei der Hypertonie nicht anzusteigen braucht, ja meistens sinkt. So fand Kylin mit seiner Methode häufig einen durchaus normalen Capillardruck, einen Befund, den ich bei den wenigen Fällen (4), die ich zu untersuchen hatte, für das Kindesalter bestätigen konnte."

§ ?; Kylin fand bei der weitaus größten Zahl der Fälle von akuter Nephritis doch gerade eine Capillardrucksteigerung!

3. Bei künstlicher venöser Stauung und unter Adrenalinwirkung.

Klingmüller macht die Angabe, daß bei künstlicher venöser Stauung am Kreislauf Gesunder „Capillardruck und Erblassungsdruck stets über dem Venendruck blieben oder schließlich gleich dem Stauungsdruck im gestauten Arm waren." Mitteilungen über Einzelheiten entsprechender Versuche fehlen.

Rominger stellte bei künstlicher venöser Stauung mit der Esmarch-Binde ein Absinken des Capillardruckes fest (die Stauung war derart, daß der

Radialispuls gut fühlbar blieb, die Hautfarbe dabei blaurot wurde). Der Capillardruck verhielt sich wie folgt: 120, Anlegen der Stauung, 100, 100, 80, 80, 60, 60, 60, 60, 60, Lösung der Stauung, 120, 120 (mm H_2O).

Ein Kontrollversuch hatte das gleiche Ergebnis.

Bei subcutaner Injektion von ½ mg Adrenalin bei einem 1½ Monate alten Säugling sank der Capillardruck gleichfalls ab.

1. Versuch: Cap.-dr.: 120, Injektion, 100, 80, 60, 80, 100 (mm H_2O)
2. Versuch: Cap.-dr.: 110, Injektion, 100, 80, 80, 100 (mm. H_2O).

Der Blutdruck stieg dabei von 105 auf 140 cm H_2O.

Die Untersuchungen von Rajka über das Verhalten des Capillardruckes bei künstlicher venöser Stauung ergaben, daß der Capillardruck bei leichter Abschnürung auf das Doppelte, bei starker Kompression drei- bis viermal so hoch stieg.

(Kylin fand, daß Adrenalin den Capillardruck steigert. Er hat dies im Rahmen einer kleinen Arbeit 1920 mitgeteilt ohne Schilderung der entsprechenden Versuche und ohne Angabe der eingetretenen Druckerhöhung. In sein Buch „Die Hypertoniekrankheiten" hat er diese Beobachtung nicht aufgenommen.)

Beim Kaninchen hat Beckmann Messungen des Capillardruckes unter Adrenalinwirkung durchgeführt. Er bestimmte ihn an der enthaarten Ohrhaut — „insofern etwas schwieriger als am menschlichen Nagelfalz, weil wesentlich weniger Capillaren vorhanden sind" —. Der normale Druck beträgt 100 bis 200 mm H_2O. Nach Injektion von ½ ccm Adrenalinlösung 1 : 1000 subcutan trat proportional der Blutdrucksteigerung eine Erhöhung des Capillardruckes ein, die nach 20 Minuten 700 mm H_2O erreichte (!). Bei täglichen Injektionen von Adrenalin über 4 Wochen traten Blutdruck- und Capillardruckdauersteigerungen ein (letzterer war 300 bis 600 mm H_2O). Nach Absetzen der Injektionen sank der Blutdruck, der Capillardruck auch, aber wesentlich langsamer. Während nach 20 Tagen der Blutdruch 60 mm Hg betrug, war der Capillardruck immer noch 450 mm H_2O. Bei einem Uranitrat-vergifteten Kaninchen fand Beckmann kurz ante exitum bei einem Blutdruck von 60 mm Hg einen Capillardruck von 600 mm H_2O. (!)

(Man kann sich eines leichten Zweifels an der Exaktheit der Capillardruckbestimmungen nicht erwehren, wenn man diese hämodynamisch schwer vorstellbaren Ergebnisse hört.)

B. Ergebnisse bei Gebrauch des Danzer- und Hooker'schen Apparates.

1. Bei Normalen.

Danzer und Hooker geben als Normalwert des Capillardruckes 22,2 mm Hg an. Kälte und verminderter intrathorakaler Druck erniedrigten den Capillardruck, Wärme und höherer intrathorakaler Druck steigerten ihn. Er war im Stehen am höchsten, im Liegen am niedrigsten (13—15 mm Hg). Bei

venöser Stauung stieg er an. Bei Kindern fanden Danzer und Hooker niedrigere Werte für den Capillardruck (keine näheren Angaben).

Nach Boas und Frant „übersteigt der Capillardruck beim Gesunden selten 30 mm Hg".

2. Bei Kranken mit Hochdruck.

Das Ergebnis ihrer Untersuchungen fassen Boas und Frant dahin zusammen, daß die Kranken mit Hypertension in zwei Gruppen zerfallen, die klinisch nicht getrennt werden können. In der einen Gruppe liegt der Capillardruck zwischen 21 und 70 mm Hg und zeigt im Einzelfall für die einzelnen Capillaren große Schwankungen. In der zweiten Gruppe fällt der Capillardruck in normale Grenzen mit der Tendenz, eher niedriger zu sein. Bei essentieller Hypertonie ist der Capillardruck niedrig.

Die Durchsicht der tabellarischen Zusammenstellung ergibt, daß Boas und Frant den Capillardruck hoch fanden in 7 Fällen von chronischer Nephritis, von denen 5 einen diastolischen arteriellen Druck von 120 mm Hg oder darüber, 2 einen diastolischen Blutdruck über 110 mm Hg hatten. Weiterhin war der Capillardruck hoch — wenn auch mit mehreren niedrigen Einzelwerten — bei einem Fall von „Hypertension, Arteriosklerose, Emphysem", der Alb: ++, Wa.R: (+) und einen Blutdruck von 180/100 mm hatte. Eine chronische Nephritis (RR: 226/100) und eine „Hypertension, chronische leichte Vergiftung? (poisoning?)" zeigten einen mäßig erhöhten Capillardruck, außerdem ein Fall von „extensiver Arteriosklerose mit Verkalkung der kleinen Gefäße und Gangraen der Beine". Der Capillardruck war nicht erhöht in 8 Fällen von „Hypertension, Arteriosklerose", die einen systolischen Druck von 150 bis 200 mm Hg und eine diastolischen Druck unter 100 hatten — ausgenommen einen Fall von RR: 174/110 —. 2 chronische Nephritiden mit hohem arteriellen Druck hatten ebenfalls einen nicht erhöhten Capillardruck; im einen Fall wurden jedoch nur an drei Capillaren, im andern nur an sieben Capillaren Druckmessungen vorgenommen.

Boas und Mufson untersuchten 45 Patienten mit arteriellem Hochdruck über eine Zeit von 6 bis 15 Monaten. Mit wenigen Ausnahmen ging mit hohem Capillardruck einher ein hoher diastolischer Blutdruck. Von 17 Patienten, die einen erhöhten Capillardruck hatten, starben 8, von 28 Patienten mit niedrigem Capillardruck starben nur 5. Bei den Kontrolluntersuchungen nach längerer Zeit zeigten die Capillardruckwerte im Einzelfall gute Übereinstimmung; in den wenigen Fällen, wo ein deutlicher Unterschied zwischen den Werten war, waren Capillardruck und diastolischer Blutdruck gleichsinnig angestiegen. Bei der Zusammenstellung der untersuchten Fälle ist die Diagnose nur bei den während der Beobachtung verstorbenen und autopsierten Patienten angegeben. Bei den verstorbenen Patienten mit hohem Capillardruck waren 4 Urämien, 1 Apoplexie, 1 Pyelonephritis, 1 Thrombosepsis, 1 cardiale Insuffizienz. Der Blutdruck war diastolisch 2mal 110, in den übrigen Fällen über 130 mm Hg. Die Diagnosen der verstorbenen 5 Patienten mit niederem Capillardruck waren: Bronchopneu-

monie; Apoplexie; cardiale Schwäche; Coronarthrombose; card. Schwäche, Asthenie; Urämie.

Bei 2 Fällen von akuter Nephritis — Kindern von 8 und 10 Jahren — fanden Boas und Mufson den Capillardruck zwischen 20 und 30 mm Hg (für Kinder, wie die eigenen Untersuchungen zeigen, schon deutlich erhöhte Werte). Ein Patient von 15 Jahren mit seit 2 Jahren bestehender Nephritis hatte bei Blutdruckwerten von 110/80, 110/90, 120/90, 120/90, 125/95, 105/70, einen hohen Capillardruck. Bei einem Fall von subakuter Nephritis mit hohem Blutdruck war der Capillardruck nicht erhöht (allerdings Messung an nur 7 Capillaren).

3. Bei künstlicher venöser Stauung.

Boas und Dooneief bestimmten den Capillardruck und Venendruck (nach Moritz-Tabora) gleichzeitig bei künstlicher Venenstauung am Oberarm mit der Recklinghausen'schen Manschette. Sie fanden dabei ein Absinken des Capillardruckes. Nachstehend ihre Versuchsergebnisse:

Kompressionsdruck in mm Hg	Venendruck in mm Hg	Capillardruck in mm Hg
0	7—8	10, 17, 16—6
20	18—20	14—6, 13—3
0	7,8	15—5
30	30—34	12—2, 8—6
0	7—8	14—4, 23—3
40	21—39	16—2, 10—2

Bei pathologischer Venendrucksteigerung fanden sie, daß der erhöhte Venendruck nicht mit einem entsprechenden Zuwachs des Capillardruckes einherging (in Übereinstimmung mit Rominger; Klingmüller und Rajka hingegen hatten gleichsinniges Verhalten von Venendruck und Capillardruck gefunden. Alle drei Untersucher arbeiteten mit Kylin'scher Methodik).

Bei Senken des zur Untersuchung dienenden Fingers unter Herzhöhe (z. B. 37,5 später 41 cm tief) stieg der Capillardruck nicht in dem selben Maß an (18 und 12,6 cm H_2O). Boas und Dooneief schließen aus ihren Beobachtungen auf eine funktionelle Unabhängigkeit der Capillaren.

C. Ergebnisse unter Verwendung anderer Capillardruckapparate.

Methoden der Capillardruckmessung:

unblutig:

1. durch direkte Punktion einer Capillare mittels einer fein ausgezogenen Glascapillare und Bestimmung des Druckes, bei welchem kein Blut mehr in die mit physiologischer Salzlösung gefüllte Glascapillare eintritt. (Carrier und Rehberg)

2. durch Messen des Druckes, unter welchem das Blut aus einer ganz oberflächlich gesetzten Hautschnittwunde austritt. (Einbringen des Fingers in physiologische Salzlösung, die etwas Hirudin enthält und unter Druck gesetzt wird.) (Weiß, Krauß)

blutig:

durch Kompression der Haut:
a) mit starrem,
b) mit elastischem Kompressorium.

unter Verwendung des Kriteriums:
1. der Hautabblassung,
   der geringsten (mikroskopisch)
   der deutlichen (makroskopisch).
2. des Leerdrückens der oberfl. Capillaren,
   der ersten, vereinzelten;
   mehrerer (5—6).
3. des Wiederingangkommens der Blutströmung in den Capillaren, die vorher durch Kompression zum Stillstand gebracht wurde.
4. des Verschwindens des Streifens des Oxyhämoglobins (spektroskopisch).

Carrier und Rehberg, die den Capillardruck durch direkte Punktion der Capillaren maßen, fanden einen Normalwert von 45 bis 75 mm H_2O. Sie machen keine näheren Angaben über Zahl der ausgeführten Messungen und die Ergebnisse im einzelnen. Der Capillardruck zeigte bei Senken der Hand unter Herzhöhe eine enge Abhängigkeit vom hydrostatischen Druck. Ab einer bestimmten Höhe zum Herzen (7 cm unterhalb der Clavicula) blieb der Capillardruck konstant, wenn die Hand höher gehoben wurde (in ihren Versuchen bis zu 20 cm oberhalb der Clavicula). Bei gleichzeitiger Capillardruck- und Venendruckmessung fanden sie in einer Höhe von 8 cm unterhalb der Clavicula den Capillardruck zu 60 mm, den Venendruck zu 90 mm H_2O. (!)

Frontali, der bei seinen Capillardruckbestimmungen eine Apparatur verwandte, die der Kylin'schen ähnlich ist, gibt als Normalwert für den Säugling 100—160 mm, für Kinder 90—160 mm und für Erwachsene 80—160 mm H_2O an. Er nimmt wie Kylin das Verschwinden der Capillarschlingen als Kriterium bei der Druckbestimmung. Bei Masern stellte Frontali in den vom Exanthem befallenen Stellen einen erhöhten Capillardruck fest, während der Capillardruck in den anderen Hautpartien normal war. Bei 9 Fällen von Masern gibt er folgende Capillardruckwerte an: 220, 270, 210, 190, 240, 290, 200, 300, 250 mm H_2O. Während des Keuchhustenanfalls stieg der Capillardruck an (in einem Fall bis 400 mm H_2O). Akute Nephritis ging mit erhöhtem Capillardruck einher (folgende Capillardruckwerte: 270, 140, 170, 200—260 mm H_2O). In verschiedenen Fällen „bestand ein Zusammenhang zwischen Blutdruck und Capillardrucksteigerung."

Mit dem Basler'schen Ochrometer und der Hautabblassung als Kriterium fand Landerer den Normaldruck zu 17—25 mm Hg. In drei Fällen von Nephritis mit erhöhtem Blutdruck war der Capillardruck niedrig, ebenso bei

Tbc. Funktionelle Neurosen zeichneten sich durch hohen und wechselnden Capillardruck aus.

Krauß, der mit derselben Apparatur arbeitete, ermittelte den Capillardruck des Gesunden zu 13—17 mm Hg, bei Verwendung eines Wassermanometers zu 80—110 mm H_2O. Bei 30 Fällen von chronischer Nephritis, Schrumpfniere und akuter Nephritis, die mit erheblicher Blutdrucksteigerung einhergingen, hat Krauß den Capillardruck fast mit absoluter Konstanz sowohl relativ als auch absolut n i e d r i g gefunden. „Diese Erniedrigung des Capillardruckes bei interstitieller Nephritis ist so charakteristisch und regelmäßig, daß sie bis zu einem gewissen Grade als diagnostisches Merkmal dieser Krankheit gelten darf, ja sogar bei bestehender Stauung (bei cardialer Decompensation fand Krauß den Capillardruck erhöht) dürfte ein sehr hoher Capillardruckwert mehr für eine reine Herzinsuffizienz und ein nur mäßig gesteigerter Capillardruckwert für eine Herzschwäche bei interstitieller Nephritis sprechen." Bei künstlicher venöser Stauung stieg der Capillardruck proportional dem erschwerten venösen Abfluß.

Kritik.

A. Zur Methodik.

Allgemein wird angenommen, daß die blutige Capilalrdruckmessung nach Carrier am zuverlässigsten ist und annähernd richtige Werte gibt. Wenn jedoch Carrier angibt, daß bei gleichzeitiger Capillardruck- und Venendruckmessung der Capillardruck „niedriger sein konnte" als der zugehörige Venendruck, so geht es wohl nicht an, diesen an einer oder wenigen vereinzelten Capillaren gefundenen Wert als „den Capillardruck" zu bezeichnen. Als „Capillardruck" muß man doch wohl den Mittelwert einer größeren Zahl von der Blutströmung nicht ausgeschlossener Capillaren nehmen. (Einwandfreie Handhabung der Methode vorausgesetzt — die sehr schwierig und klinisch kaum durchführbar ist —, wäre bei Messungen, die einen niedrigeren Capillardruck ergaben als den zugehörigen Venendruck, die Druckbestimmung unter vollkommenem Verschluß des Capillarlumens durch die Punktionskanüle erfolgt entweder in dem arteriellen Schenkel der Capillare — wobei sich die zuführende Arteriole verengt haben würde — oder in dem venösen Capillarschenkel, wo das Blut rückläufig bei Venolenkontraktion mit dem entsprechenden Druckabfall angekommen wäre.) Die Voraussetzungen einwandfreier Ergebnisse bei der Druckmessung nach Carrier:

1. Messung unter Erhaltung und möglichst geringer Störung der Capillarströmung,
2. geringe Irritation der Capillare durch den Einstich,
3. Messung an zahlreichen Capillaren der verschiedensten Größe und Strömungsverhältnisse,

sind zudem in praxi kaum zu erfüllen.

Am meisten zu klinischen Untersuchungen wurde verwendet die Capillardruckmessung nach Kylin. Zeigen die auf dem Gebiet pathologischer Capillardruckwerte sich großenteils widersprechenden Ergebnisse verschiedener Untersucher, daß die Kylin'sche Methode auch bei langer Übung in pathologischen Fällen schwierig und unzuverlässig ist, so lassen sich schon theoretisch schwerwiegende Bedenken gegen sie vorbringen:

1. Es bleibt dem Untersucher überlassen, das Verschwinden wievieler Capillaren er im Einzelfall als notwendig erachtet mit Hinsicht auf den Grad der Capillarisierung der Haut, die bei den verschiedenen Individuen sehr unterschiedlich sein kann.
2. Spontanes Leerlaufen der Capillaren kommt normalerweise schon vor, gehäuft in pathologischen Fällen.
3. Sehr dünne Capillaren, die in pathologischen Fällen (malign. Hochdruck) beobachtet werden, erschweren oft sehr die genaue Entscheidung, bei welchem Druck die Capillaren leergedrückt werden und verschwinden.

4. Die Druckbestimmung erfolgt zufällig an Capillaren mit Stase (die Strömungsverhältnisse sind bei Verwendung der Kylin'schen Methodik kaum zu beurteilen); da solche Capillaren im allgemeinen in der Minderzahl und vom übrigen Kreislauf ausgeschlossen sind, können an ihnen bestimmte Werte nicht als typisch für die übrigen und mithin die Gesamtheit der Capillaren gelten.
5. Die Spannung des Goldschlägerhäutchens kann leicht zu straff sein — die Technik des Einspannens ist schwierig, ebenso die Beurteilung, welche Spannung die richtige ist — und die Bestimmung wird infolgedessen zu hohe Werte ergeben.
6. Der Druck wird nur in den kleinsten oberflächlichen Capillaren bestimmt, mithin eigentlich nur der „Capillarminimaldruck".

Die Danzer- und Hooker'sche Methodik ist m. E. theoretisch eher einwandfrei, da die Druckbestimmung an zahlreichen Capillaren der verschiedensten Größe und Strömungsverhältnisse und unter Berücksichtigung letzterer erfolgt. Als Fehlerquellen kommen im wesentlichen nur die allen indirekten Methoden der Capillardruckbestimmung eigenen in Frage (fehlerhafte Auflage der Membran, verschiedene Hautdicke und -elastizität etc.).

Die unwahrscheinlich (wenn nicht: unmöglich) niedrigen Werte Rajka's lassen größte Zweifel an der Brauchbarkeit seiner Methode entstehen.

Landerer und Krauß nahmen bei ihren Capillardruckbestimmungen die Hautabblassung als Kriterium. Da jetzt angenommen wird (v. Basch, Danzer und Hooker, Ellis und Weiß, Kylin, Lewis, Michael und Buschke), daß Färbung bzw. Erblassung der Haut weniger durch Ausbildung und Füllung des Capillarsystems als vielmehr des Venolensystems der Haut bestimmt werden, können Methoden, die die Hautabblassung als Kriterium verwenden, nicht den Anspruch erheben, den Capillardruck zu bestimmen. Wählt man die gerade wahrnehmbare Erblassung als Kriterium, so ist es vielleicht angängig, die so gewonnenen Druckwerte dem Venolensystem zuzuordnen. Verschiedene Untersucher fanden mit demselben Apparat und dem gleichen Kriterium recht verschiedene Normalwerte (8, 15—18, 18—20 mm Hg). Die Methode scheint also eine recht erhebliche Fehlerbreite zu haben, und es sind nur die Werte desselben Untersuchers miteinander vergleichbar.

B. Praktische Ergebnisse.

1. Beim Normalen, bei venöser Stauung und unter Adrenalinwirkung.

Die mit Kylin'scher Methodik arbeitenden Untersucher (Kylin, Klingmüller, Schönfelder, Ljungdahl, Nevermann, Göbel, Grzechowiak, Rominger, Meldolesi, Frontali) finden übereinstimmend den Capillardruck beim Gesunden zwischen 100 und 200 mm H_2O. Bezüglich der oberen Grenze des noch Normalen werden von einzelnen Untersuchern allerdings recht verschiedene Angaben gemacht. Betrachtet Nevermann schon Werte zwischen

150 und 200 mm H_2O als leicht erhöht, so sieht Klingmüller Capillardrucksteigerungen nur dann als „klinisch verwertbar" an, wenn sie zwischen 500 und 700 mm H_2O liegen.

Bei pathophysiologischen Venendrucksteigerungen fanden alle Untersucher einen Anstieg des Capillardruckes, der aber nicht immer dem Venendruck entsprechend erhöht war, sondern bisweilen zurückblieb. (Man muß Klingmüller unbedingt darin beipflichten, daß eine Unabhängigkeit des Capillardruckes vom Venendruck d. h. ein Capillardruck, der niedriger ist als der zugehörige Venendruck, mit den physikalischen — und also hämodynamischen — Gesetzen nicht leicht vereinbar ist.) Eine Erklärung für die ungewöhnlichen Capillardruckwerte könnte man vielleicht darin finden, daß die Druckbestimmung an Capillaren erfolgte, in denen das Blut stagnierte — wobei das Blut nach einem stillgelegten, von der Strömung ausgeschlossenen Venolengebiet ausgepreßt wurde und man damit ungefähr den Gewebsdruck gemessen hätte —, oder daß bei der unvollständigen Kompression der Capillaren ein weiter bestehender Plasmastrom die in den Capillaren befindlichen Erythrocyten hinweg gespült hätte und so ein zu niedriger Druck vorgetäuscht worden wäre. Es zeigt sich hier eine der Fehlerquellen der Kylin'schen Methodik, die nur an einer geringen Anzahl der kleinsten, oberflächlichst gelegenen Capillaren und ohne Berücksichtigung der Strömungsverhältnisse die Druckbestimmung möglich macht.

Bei künstlicher Venenstauung stellte Rominger ein A b s i n k e n des Capillardruckes fest, während Klingmüller A n s t e i g e n des Capillardruckes fand.

Unter Adrenalinwirkung s t e i g t nach Kylin der Capillardruck an, nach Rominger hingegen s i n k t er ab.

Mit der Methode von Danzer und Hooker haben außer ihnen leider nur wenige Untersucher gearbeitet (Boas und Frant, Boas und Mufson, Boas und Dooneief). Danzer und Hooker geben als Normalwert des Capillardruckes 13—22 mm Hg an, für Kinder etwas niedrigere Werte (während Rominger mit Kylin'scher Methodik gleiche Werte wie beim Erwachsenen fand). Nach Boas und Frant übersteigt der Capillardruck beim Gesunden selten 30 mm Hg. (Diese Angabe ist ungenau. Verstehen Boas und Frant unter Capillardruck den maximalen Druck in der einzelnen Capillare oder den mittleren Wert? Der Druck in einzelnen Capillaren erreicht auch mitunter beim Gesunden bei sonst normalem Mittelwert 30 mm Hg; diese extrem hohen Werte für den Gesunden, die man nur bei ganz vereinzelten Capillaren findet, wurden von Danzer und Hooker nicht mitberücksichtigt. Die Durchsicht der Zusammenstellung der untersuchten Fälle zeigt, daß die Werte bei „Hypertonien ohne Capillardrucksteigerung" um 20 mm Hg liegen, also in Übereinstimmung mit Danzer und Hooker der Durchschnittscapillardruck des Normalen auch nach Boas und Frant diese Höhe hat.) Mufson und Dooneief machen keine näheren Angaben über den Normalwert. Die wenigen Beispiele, die sie im Rahmen ihrer Arbeit anführen, liegen unter 20 mm Hg.

Dooneief stellte bei künstlicher Stauung ein Absinken des Capillardruckes fest und folgert daraus Unabhängigkeit des Capillarsystems vom übrigen Kreislaufsystem. Diese auffallende Tatsache findet ihre Erklärung in der Eigenart der Methodik. Bei künstlicher venöser Stauung verlangsamt sich die Blutströmung erheblich, der Druckunterschied zwischen arteriellem und venösen System und der Druckabfall in den Capillaren wird sehr klein. Da beim Wiederingangkommen der Blutströmung — dem Kriterium der Druckbestimmung — nur ein relativ viel geringerer Drucküberschuß im arteriellen System zur Verfügung steht, machen sich Faktoren der Trägheit, der Reibung, lokaler Gefäßregulationen störend bemerkbar, die sonst nicht ins Gewicht fallen. Dementsprechend sank der Capillardruck bei den Versuchen Dooneiefs (paradoxerweise) um so tiefer, je höher der Kompressionsdruck und zugehörige Venendruck war. Die Methode nach Danzer und Hooker ist ungeeignet einen Zuwachs des statischen Druckes im Gefäßsystem zu erfassen. Bei pathophysiologischer Venendrucksteigerung machen sich die störenden Faktoren nicht in dem Maße bemerkbar, aber auch hier stellte Dooneief ein Zurückbleiben des Capillardruckes hinter dem Venendruck fest. Die Druckbestimmung nach Danzer und Hooker unterscheidet sich hier prinzipiell von der Kylin'schen Methode, die sehr wohl einen höheren Druck in den Capillaren, bedingt durch venöse Stauung und einhergehend mit Strömungsverlangsamung oder -stillstand, zu messen gestattet (Klingmüllers eigene Untersuchungen). Man darf sich durch diese Beobachtungen nicht verleiten lassen, infolge Übersehung dieses Zusammenhanges entweder Unabhängigkeit des Capillarsystems vom übrigen Kreislaufsystem zu folgern wie Dooneief fälschlicherweise aus seinen Ergebnisen, oder die Methode der Capillardruckbestimmung überhaupt und im besonderen nach dem Prinzip von Danzer und Hooker abzulehnen.

C. Bei Hypertonien.

Bei essentieller Hypertonie ist nach den Angaben Kylins und nach den Untersuchungen Boas-Frants und Boas-Mufsons (wie aus der tabellarischen Zusammenstellung ihrer Arbeit hervorgeht) der Capillardruck nicht erhöht. Secher hingegen fand mit Kylin'scher Methodik bei „Arteriosklerotikern" mit erhöhtem Blutdruck eine „bedeutende Erhöhung des Capillardruckes über das Normale".

Bei malignem Hochdruck fanden Kylin, Boas-Frant und Boas-Mufson übereinstimmend Capillardrucksteigerungen.

Über Capillardruckbestimmungen bei akuter Nephritis liegen zahlreiche, sich widersprechende Angaben vor. Fanden Kylin, Secher, Grzechowiak und Frontali bei akuter diffuser Nephritis bzw. eklamptischer Graviditätsnephritis regelmäßig Capillardrucksteigerungen, so stellte Göbel bei Nephritikern im ödematösen Stadium „keine ausgesprochene Capillardrucksteigerung" fest, Rominger und Krauß bestimmten den Capillardruck bei akuter Nephritis

regelmäßig als niedrig und Klingmüller stimmt in seinen Untersuchungen mit den Ergebnissen von Göbel und Krauß überein. (Zahl der Messungen, Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit erscheinen bei den einzelnen Untersuchern sehr verschieden.)

D. Die Untersuchungen von Frontali

ergeben, daß der Capillardruck bei Kindern mit akuter Nephritis leicht erhöht ist. Interessant und wichtig ist seine Feststellung, daß bei Masern in den vom Exanthem befallenen Hautstellen der Capillardruck im Vergleich zu den unveränderten Hautpartien deutlich erhöht ist. Einmal also Capillardrucksteigerung bei akuter Nephritis mit Hautblässe und arteriellem Hochdruck, zum andern bei Masern in geröteten Hautbezirken und bei Fieberpuls. Frontali erwähnt die zwei Möglichkeiten der Entstehung der Capillardrucksteigerung im Masernexanthem:

Erweiterung der zuführenden Arteriole,
Konstriktion der abführenden Venole.

Im zweiten Fall sollte man u. E. jedoch annehmen, daß die Blutströmung den Weg höheren Widerstandes umgeht. Am wahrscheinlichsten ist u. E. eine — ähnlich wie bei Histaminwirkung eintretende (auch da Capillardrucksteigerung) — Arteriolenerweiterung, wenn man die Richtigkeit der Beobachtung, die vereinzelt dasteht, nicht bezweifeln will. Vielleicht beruhen die Ergebnisse auf Fehlerquellen der Methode, insofern als bei der Druckbestimmung das Leerdrücken erweiterter, strotzend mit Blut gefüllter Capillaren eine erhöhte Kompression erforderlich macht, ohne daß der Druck in den Capillaren gesteigert zu sein braucht. Findet doch Rajka unter Verwendung des Leerdrückens der Capillaren als Kriterium ebenfalls erhöhten Capillardruck bei Akrocyanose, in den lividen Hautpartien bei cutis marmorata.

Die Steigerung des Capillardruckes im Keuchhustenanfall findet leicht ihre Erklärung in venöser Rückstauung.

(Es ist bekannt, daß die Capillaren eines Hautbezirkes zu gleicher Zeit — sowie die einzelne Capillare in kurz aufeinander folgenden Zeitabständen — ganz verschiedene Strömungs- und Druckverhältnisse zeigen können (Tannenberg, Roy und Brown, Landis u. a.) Es ist also nicht statthaft, von einem Capillardruck schlechthin zu sprechen, man müßte Druckwerte angeben für kleinste Capillaren und für solche mit Stase, für weiter zentralwärts abgehende, größere und größte Capillaren. Wünschenswert ist die Druckmessung an zahlreichen Capillaren und die Angabe der Einzelwerte; die Anführung eines Mittelwertes ist unzureichend, besonders in pathologischen Fällen.

In den folgenden Ausführungen soll unter „Capillaranfangsdruck" der Druck verstanden werden, der bei Übergang der Arteriolen in die Capillaren herrscht, unter „Capillarenddruck" der Druck, der sich bei Übergang der Capillaren in die Venolen findet.

Das Problem der Capillardruckmessung in pathologischen Fällen lautet: es ist festzustellen

1. ob der Capillardruck erhöht ist,
2. in welchen Fällen,
3. in welcher Abhängigkeit — bzw. ob unabhängig — vom art. Druck,
4. die Art der Capillardrucksteigerung (Genese, Ätiologie),
   - I. durch Weiterstellung des vorgeschalteten Systems,
   - II. durch Engerstellung der Capillaren,
   - III. durch Engerstellung des nachgeschalteten Systems,
   - IV. bei Engerstellung des vorgeschalteten Systems außerdem
     - a) durch Engerstellung des Capillarsystems,
     - b) durch Engerstellung des venösen Systems,
     - c) durch Engerstellung des cap. und ven. Systems.
5. die Ursache eines niedrigen Capillardruckes bei arteriellem Hochdruck:
   - I. Engerstellung des vorgeschalteten Systems bei unverändertem Capillarsystem,
   - II. Engerstellung beider, wobei der erste Faktor derart überwiegt, daß die Engerstellung der Capillaren nicht in einer Capillardruckerhöhung in Erscheinung tritt.

ad 4: es findet sich dann bei:

- I. eine geringe Capillardrucksteigerung (sowohl des Capillaranfangs- wie des Capillarenddruckes) mit nur wenig vermehrtem Druckabfall in den Capillaren,
- II. ein deutlich erhöhter Capillaranfangsdruck bei normalem Capillarenddruck und hohem Druckabfall in den Capillaren,
- III. eine mäßige Erhöhung des Capillaranfangs- und des Capillarenddruckes bei nicht gesteigertem Druckabfal lin den Capillaren,
- IV. entsprechend wie bei II; nur wird es von dem gegenseitigen Verhältnis des Grades der Engerstellung (Arteriolen/Capillaren/Venolen) abhängen, in welchem Maß die Engerstellung des den Arteriolen nachgeschalteten Systems in einer Capillardruckerhöhung in Erscheinung tritt.

Am wichtigsten also ist m. E. die Bestimmung des Capillaranfangsdruckes, wünschenswert die Kenntnis des Capillarenddruckes.

Hauptteil II.

Eigene Ergebnisse.

Im allgemeinen wurden die Capillardruckmessungen durchgeführt an sitzenden Patienten, die ihre Hand in Herzhöhe hielten. Bettlägerige Patienten wurden im Bett oder auf der Bahre untersucht, wobei die untersuchte Hand sich gleichfalls in Herzhöhe befand. Die Untersuchungen wurden im Winter 1936/37 ausgeführt in einem gleichmäßig geheizten Raum mit einer Durchschnittstemperatur von 20 Grad Celsius, tagsüber in der Zeit zwischen 9 und 15 Uhr.

Bei den Messungen mit dem Kylin'schen Apparat wurde der Druck am Klein-, Ring- oder Mittelfinger der linken Hand bestimmt, zu wiederholten Malen und jeweils an dem Finger, der die Druckbestimmung am besten ermöglichte (der zahlreiche und gut sichtbare Capillaren zeigte).

Die Capillardruckmessung nach dem Prinzip von Danzer und Hooker erfolgte an den verschiedenen Fingern der linken Hand am Nagelfalz (meist am Klein-, Ring- und Mittelfinger, oft auch noch am rechten Mittelfinger) und durchschnittlich für insgesamt 20 bis 30 Capillaren. In Übereinstimmung mit den anderen Untersuchern wurde das Wiederingangkommen der Blutströmung in den Capillaren bei der Druckbestimmung als Kriterium genommen, da es sich zeigte, daß man mit dem Kriterium des Strömungsstillstandes in den Capillaren weniger zuverlässige Werte erhielt.

Bei Ausführung der Messungen nach der Methode von Danzer und Hooker ergab es sich, daß bei Leuten, die zufällig mit kalten Händen kamen (die Krankenzimmer sind oft nur leicht geheizt, die Leute untätig) und in fast allen Capillarschlingen Stase, in den restlichen Capillaren ganz langsame Strömung zeigten, eine Druckbestimmung unter solchen Umständen nicht möglich war. (Bei Verwendung der Methode Kylin ist die Druckbestimmung auch an Schlingen mit Stase möglich; es ist hier — da die Untersuchung an etwas hinter dem Nagelfalz gelegenen, also kleineren Capillaren vorgenommen wird — die Entscheidung: ob Stase oder Blutströmung in den Capillaren meist schwierig, oft unmöglich.) Angenommen man hätte den Druck messen können, so hätten Werte, die an von der allgemeinen Blutströmung infolge unphysiologischer Bedingungen ausgeschlossenen Capillaren gewonnen wurden, doch nicht als allgemein kennzeichnend und pathognomonisch angesehen werden dürfen. Solche Leute erhielten vor Ausführung der Messungen ein warmes Handbad von ca 40°. Im Anschluß daran zeigte sich nachher in den Capillaren eine anfangs etwas raschere, dann ganz bald wieder die übliche Strömung. Die Druckbestimmung ergab dann bei Gesunden und bei Patienten mit essentieller Hypertonie Werte im Bereich des Normalen, bei malignem Hochdruck hohe Werte. Bei den meisten Leuten blieben die Hände späterhin warm, und nach einiger Zeit aus-

geführte Kontrollbestimmungen hatten dasselbe Resultat wie zu Anfang nach dem warmen Handbad.

Der schnellen und klaren Übersicht wegen wurde bei der Angabe der eignen Resultate die kurvenmäßige Darstellung gewählt, in der Art, daß auf der Abszisse die verschiedenen Capillaren aufgetragen sind, an denen Druckbestimmungen ausgeführt wurden, und auf der Ordinate die zugehörigen Druckwerte. Abbildung 1 mit Werten, gewonnen mit Kylin'scher Methodik und unter Verwendung sowohl der Kylin'schen als der Danzer- und Hooker'schen Apparatur, zeigt die Capillardruckhöhe von 10 mm Hg und 136 mm H_2O durch eine rote Linie markiert. Bei Abbildungen, die die Resultate der Messungen nach der Methode und mit dem Apparat von Danzer und Hooker wiedergeben, ist die Druckhöhe von 20 mm Hg durch eine rote Linie angezeigt.

Zu Anfang wurden Capillardruckbestimmungen beim Gesunden in den verschiedenen Altersstufen durchgeführt unter Verwendung der Kylin'schen und der Danzer- und Hooker'schen Apparatur und unter alleiniger Berücksichtigung des Kriteriums des Leerdrückens einiger (Anzahl bestimmt durch Capillarisierung der Haut) kleinster oberflächlich gelegener Capillaren der Haut.

Die Ausführung der Messungen mit der gleichen Methodik bei Hypertonikern zeigte, daß die Durchführung schwierig war — bei malignem Hochdruck und bei akuter Nephritis großenteils wenige und enge Capillaren mit gehäuftem spontanen Leerlaufen der Capillaren, bei rotem Hochdruck meist viele und sehr weite Capillaren —, die Resultate unzuverlässig waren; deshalb, sowie wegen der früher angeführten theoretischen Bedenken wurde die Methode zugunsten der Druckmessung nach dem Prinzip von Danzer und Hooker fallen gelassen, da letztere sich als exakter, einfacher in der Ausführung erwies und theoretisch eher einwandfrei ist als die Kylin'sche Methodik.

1. Untersuchung des Capillardruckes über das Alter.

A. Es wurde gebraucht unter alleiniger Verwendung des Leerdrückens einiger Capillaren als Kriterium der Druckbestimmung **1.** der Kylin'sche Apparat und **2.** der Apparat nach Danzer-Hooker.

Abb. 1a und 1b.

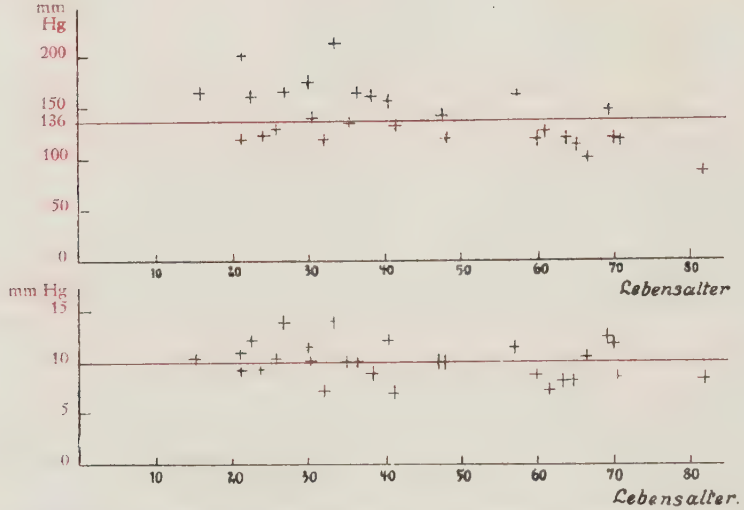
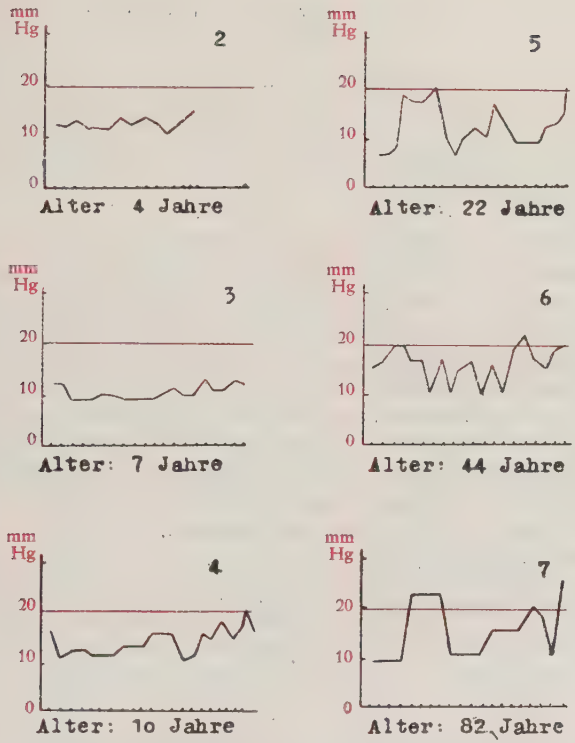


Abbildung 1a zeigt die Capillardruckwerte gewonnen mit dem Kylin'schen Apparat und Wassermanometer. Die Druckhöhe von 136 mm H_2O ist durch einen roten Strich markiert.

Abbildung 1b gibt die entsprechenden Werte wieder, die mit dem Danzer- und Hooker'schen Apparat ermittelt wurden in Verbindung mit einem Quecksilbermanometer. Die Höhe von 10 mm Hg ist durch eine rote Linie dargestellt. Bei Vergleich der beiden Abbildungen erkennt man, daß die Druckbestimmung mit dem Danzer-Hookerapparat etwas niedrigere Werte ergibt.

B. Die Werte der Abbildungen 2—7 wurden gewonnen unter alleiniger Verwendung des Danzer-Hooker'schen Apparates und bei ausschließlicher Berücksichtigung des Wiedereingangkommens der Blutströmung in den Capillaren als Kriterium der Druckbestimmung. Es sind nur wenige Beispiele gebracht, da weitere Druckbestimmungen prinzipiell das gleiche Ergebnis hatten und die Resultate alle in demselben Bereich lagen.

Abbildung 2, 3 und 4 zeigen das Verhalten des Capillardruckes bei Kindern, Abbildung 5—7 beim Erwachsenen. Angaben über den Capillardruck bei Kindern, gemessen nach Danzer und Hooker, finden sich nur bei Danzer und Hooker; sie bestimmten ihn niedriger als beim Erwachsenen. Nach den eignen Messungen liegt bei Kindern der Capillardruck zwischen 8 und 15 mm Hg, die Druckwerte für die einzelnen Capillaren liegen selten über 15 mm Hg im Gegensatz zum Erwachsenen. Es wurden an acht Kindern Messungen ausgeführt, die alle das gleiche Ergebnis hatten. Bei Erwachsenen wurde der Capillardruck in 21 Fällen bestimmt; zweimal bei Patienten mit Hypotonie, die niedrige Werte zeigten.



C. Die Untersuchungen mit beiden Methoden ergeben, daß der Capillardruck in den Altersstufen zwischen 20 und 80 Jahren immer die gleiche Höhe hat von durchschnittlich 10—20 mm Hg. Bestimmungen mit der Methodik von Danzer und Hooker zeigten den Capillardruck bei Kindern und bei Kranken mit Hypotonie im Durchschnitt etwas niedriger, zwischen 8 und 15 mm Hg. (Da von Rominger schon zahlreiche Messungen bei Kindern nach der Methode von Kylin ausgeführt waren, erübrigten sich weitere Messungen; Rominger fand den Capillardruck bei Kindern in der gleichen Höhe wie beim Erwachsenen.)

Der Capillardruck wurde untersucht beim Erwachsenen in insgesamt 50 Fällen, 29mal nach der Methode Kylins in Doppelbestimmungen mit dem Apparat von Kylin und dem von Danzer und Hooker, 21mal mit Methodik und Apparatur von Danzer und Hooker, bei Kindern in acht Fällen ebenfalls nach dem Prinzip und mit dem Apparat von Danzer und Hooker.

(Die Danzer-Hooker'sche Apparatur erwies sich bei der Druckmessung an Kindern als zu groß und unhandlich; es kommt leicht zu Fehlbestimmungen, da zudem die Kinder unruhig sind.)

2. Verhalten des Capillardruckes bei venöser Stauung und unter der Wirkung von Adrenalin.

Zwecks Prüfung der Abhängigkeit des Capillardruckes wurde einmal

a) im venösen Gebiet eine Drucksteigerung vorgenommen und zwar durch Drosselung;

b) die Drucksteigerung im arteriellen System wurde mittels Adrenalininjektionen herbeigeführt.

a) Abhängigkeit vom venösen Druck.

Die Abbildungen 8—11 zeigen Versuche gleichzeitiger Capillardruck- und Venendruckmessung bei venöser Stauung mit der Recklinghausen'schen Manschette an dem betreffenden Arm. Die Versuchsperson lag horizontal auf einer Bahre. Die Venendruckmessung erfolgte blutig mit einem 1,5 m hohen und 5 mm weiten Glassteigrohr und mit einer Punktionskanüle von 1,8 mm Weite in der Vena mediana cubiti. Die erhaltenen Venendruckwerte sind von H_2O auf Quecksilber umgerechnet. Zur Capillardruckmessung diente der Kylin'sche Apparat; da bei der Höhe der zu erwartenden Capillardrucksteigerung das Wassermanometer nicht ausgereicht hätte, wurde das Quecksilbermanometer zur Druckmessung verwandt.

In den ersten beiden Versuchen, Abbildung 8 und 9, wurde zu Anfang ein maximaler Kompressionsdruck — der den vorher gemessenen Blutdruck deutlich überstieg — angewandt, der in der Folge stufenweise vermindert wurde. In den beiden andern Versuchen wurde der Stauungsdruck, von unten bei 0 mm Hg beginnend, stufenweise erhöht.

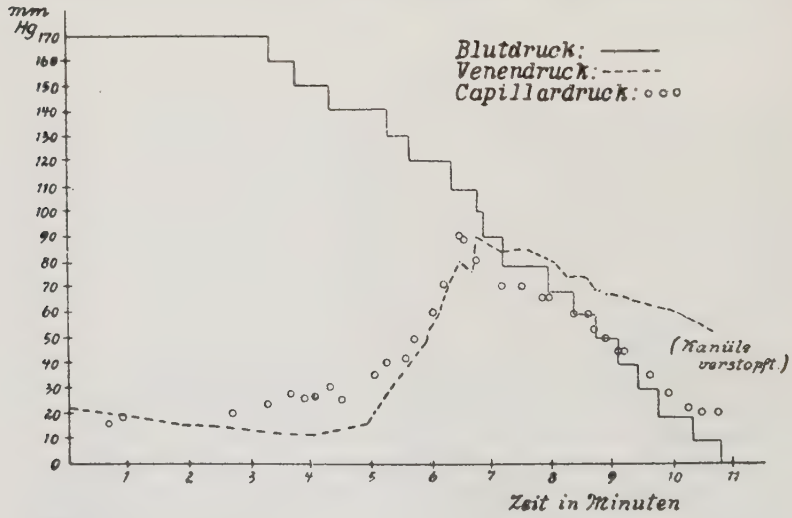


Abbildung 8.
Versuch 1.

Versuchsperson: 25jähriger gesunder Mann;

Blutdruck kurz vor Beginn des Versuches: 148/95; (Versuchsperson ist erregt.)

Sehr schnelles Aufpumpen der Stauungsmanschette auf 170 mm Hg. Während der ersten 5 Minuten sinkt der Venendruck von 23 auf 12 mm Hg ab, der Capillardruck hält sich in der Höhe zwischen 20 und 30 mm Hg. Der Kompressionsdruck übersteigt während dieser Zeit den systolischen Blutdruck. Nun — nachdem der Kompressionsdruck, der stufenweise erniedrigt wurde, auf 140 mm Hg abgesunken ist — steigen bei weiter absinkendem Kompressionsdruck Venendruck und Capillardruck rasch und gleichmäßig an bis zu Druckwerten von 90 mm Hg und kommen hier dem Kompressionsdruck sehr nahe. Bei weiterer Verminderung des Stauungsdruckes folgt der Capillardruck jenem in enger Abhängigkeit. Der Venendruck hingegen sinkt von 80 mm Hg kaum mehr merklich ab, wie sich nach Beendigung des Versuches herausstellte, als Folge der Verstopfung der Punktionskanüle durch ein Blutgerinnsel.

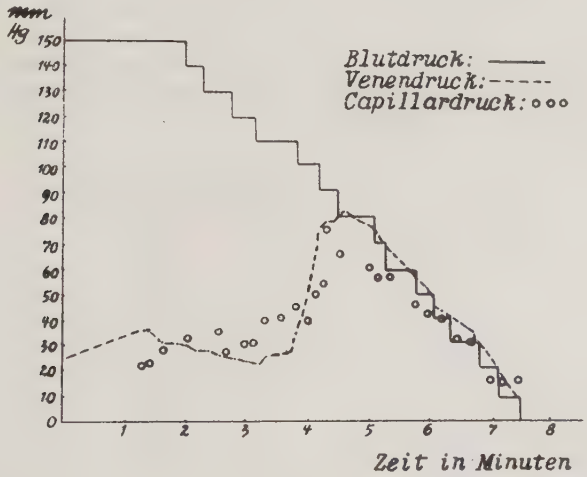


Abbildung 9.

Versuch 2.

Versuchsperson: 28jähriger gesunder Mann.

Blutdruck kurz vor Beginn des Versuches: 136/80.

Sehr rasches Aufpumpen der Stauungsmanschette. Der Versuch zeigte als Besonderheit, daß kurz nach Einwirken des maximalen Kompressionsdruckes von 150 mm Hg die Haut des Armes plötzlich abblaßte, die Capillaren dünner wurden, teils ganz verschwanden. Auf der Abbildung erkennt man, daß der Venendruck dabei (während der ersten 1½ Min.) von 25 auf 36 mm Hg anstieg; die entsprechenden Capillardruckwerte schwanken zwischen 20 und 40 mm Hg, z. T. wohl als Folge der durch das Verschwinden vieler Capillaren erschwerten Druckmessung. Nachdem der Kompres-

sionsdruck auf 110 mm Hg vermindert war, stiegen Venendruck und Capillardruck plötzlich sehr steil an, wobei der Capillardruck hinter dem Venendruck zurückblieb. Der Venendruck erreichte eine Höhe von 85 mm Hg, der Capillardruck nur 75 mm Hg. Von da ab sanken Capillardruck und Venendruck parallel dem stufenweise erniedrigten Stauungsdruck ab, wobei der Venendruck immer etwas höher war als der entsprechende Capillardruck.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

Künstliche venöse Stauung, mit maximalem Kompressionsdruck beginnend und stufenweise erniedrigt, bewirkt, wenn der Stauungsdruck etwas unter dem systolischen arteriellen Druck liegt, ein rasches und gleichmäßiges Ansteigen des Venen- und Capillardruckes. Beide kommen bei einer Höhe des Kompressionsdruckes von 80 bis 90 mm Hg diesem sehr nahe und sinken dann parallel dem stufenweise weiter erniedrigten Stauungsdruck ab, wobei der Venendruck etwas über dem Kompressionsdruck und dieser etwas über dem Capillardruck liegt. Der Venendruck steigt bis zu einer Höhe, die zwischen diastolischem und mittlerem systolischem arteriellen Druck liegt.

Nunmehr wurde der umgekehrte Weg gewählt; venöse Stauung durch zunehmende Steigerung des Kompressionsdruckes. Die übrigen Versuchsbedingungen blieben die gleichen.

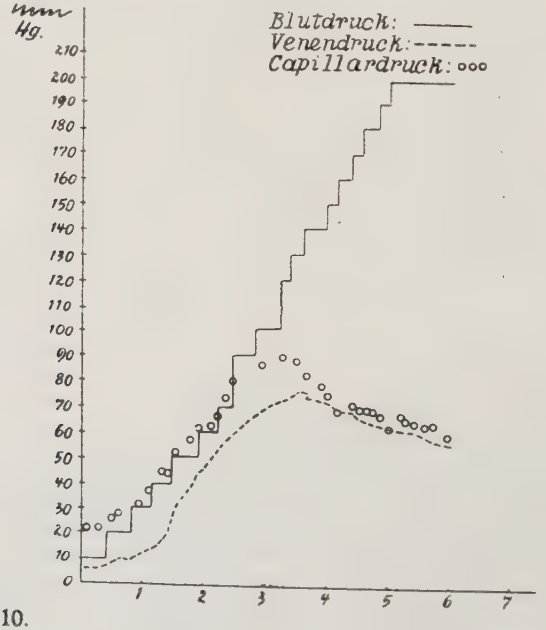


Abbildung 10.
Versuch 3.

Versuchsperson: 26jähriger gesunder Mann.

Blutdruck kurz vor Beginn des Versuches: 122/65.

Mit stufenweise erhöhtem Kompressionsdruck steigen Capillardruck und Venendruck gleichmäßig und parallel dem Stauungsdruck an. Der Capillardruck erreicht die Höhe von 90 mm Hg, der Venendruck steigt etwas über 70 mm Hg bei einem Kompressionsdruck von 100 mm Hg. Von da ab sinken Venendruck und Capillardruck, der sich diesem genähert hat, bei weiterer Erhöhung des Kompressionsdruckes allmählich bis 63 mm Hg ab.

Auf der Höhe des Venendruck- und Capillardruckanstiegs verspürte die Versuchsperson heftige Schmerzen in dem zur Untersuchung dienenden Arm, die kurze Zeit darauf einem Gefühl des Eingeschlafenseins wichen.

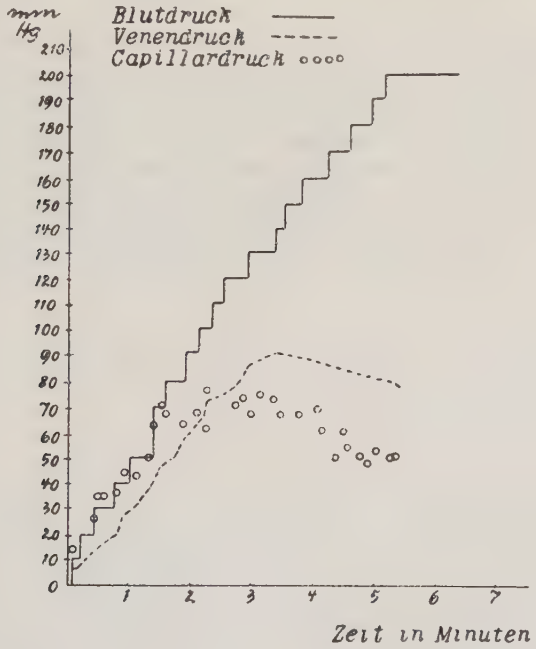


Abbildung 11.

Versuch 4.

Versuchsperson: 25jähriger gesunder Mann.

Blutdruck kurz vor Beginn des Versuches: 135/65.

Capillardruck und Venendruck steigen gleichmäßig und parallel an, bis der Kompressionsdruck eine Höhe von 90 mm Hg erreicht hat. Von da ab hält sich der Capillardruck auf der erreichten Höhe von 70 bis 75 mm Hg, sinkt zum Schluß bis 50 mm Hg ab. Der Venendruck hingegen steigt noch bis 90 mm Hg an, um dann auch langsam etwas abzusinken bei weiter zunehmendem Stauungsdruck.

Ergebnis der Versuche 3 und 4:

Bei zunehmender künstlicher venöser Stauung steigen Venendruck und Capillardruck gleichmäßig und parallel dem Kompressionsdruck, wobei der Venendruck etwas unter dem Stauungsdruck bleibt, hingegen der Capillardruck etwas über dem Kompressionsdruck liegt. Erreicht der Stauungsdruck die Höhe des systolischen Blutdruckes, so sinken Capillardruck und Venendruck allmählich wieder etwas ab. Der Venendruck erreicht den mittleren arteriellen Druck.

Von diesen Versuchen zeigen drei, daß der Capillardruck unter dem Venendruck liegen kann. Dies sei mit aller Vorsicht festgestellt. (Mängel der Methodik?!)

b) In Abhängigkeit vom arteriellen Druck (Adrenalin).

Die Versuche zeigen die Wirkung einer intravenösen Injektion von 0,05 (also ½ Zehntel) mg Adrenalin. Die Versuchsanordnung war entsprechend der vorigen. Im Zeitpunkt 0 wurde das Adrenalin in die vena mediana cubiti des nicht zur Untersuchung dienenden Armes (an dem Venendruck und Capillardruck nicht gemessen wurden) injiziert; am selben Arm wurde auch der Blutdruck bestimmt. Auf der Ordinatenachse der Abbildungen sind die mittleren Werte vor Beginn des Versuches aufgetragen.

Zuerst wurde die Abhängigkeit des Venendruckes untersucht, Abb. 12 und 13.

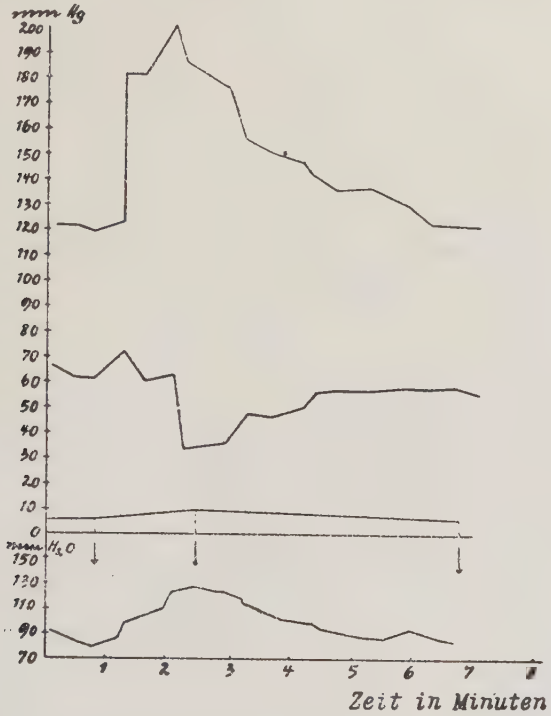


Abbildung 12.
Versuch 5.

Blutdruck: Die beiden oberen Linien (systolisch und diastolisch).
Venendruck: Die unterste Linie in mm H_2O, darüber in mm Hg.
Versuchsperson: 26jähriger gesunder Mann.
Blutdruck kurz vor Beginn des Versuches: 122/60.

Nach einer Latenzzeit von 1¼ Minuten, während der der Venendruck etwas absinkt, steigen systolischer Blutdruck und Venendruck plötzlich, ersterer sehr steil, letzterer allmählich an; der diastolische Blutdruck sinkt ab, aber erst nachdem der systolische Druck seine höchste Höhe überschritten hat. Von da ab sinken systolischer Druck und Venendruck allmählich ab, der diastolische arterielle Druck steigt zu seiner normalen Höhe an. Drückt man die Drucksteigerung im art. System und im ven. Gebiet zahlenmäßig aus, so ergibt sich für das art. System eine Proportion 100: 166 und für das venöse Gebiet die Proportion 100 : 131.

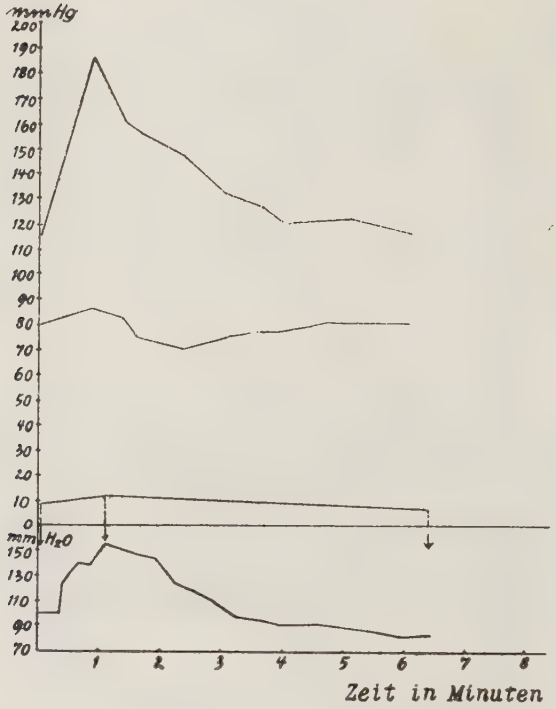


Abbildung 13.
Versuch 6.

Blutdruck: Die beiden oberen Linien (systol. und diastol.).
Venendruck: Die unterste Linie in mm H_2O, die darüber in mm Hg.
Versuchsperson: 24jähriger gesunder Mann.

Der Versuch verlief im wesentlichen gleich dem vorhergehenden, nur war die Latenzzeit der Wirkung nach Injektion des Adrenalins deutlich kürzer, der diastolische Druck sank nur gering ab, der Venendruck stieg etwas mehr an. Durch eine Proportion ausgedrückt ergibt sich für die Drucksteigerung im arteriellen System 100 : 171, für die Drucksteigerung im venösen Gebiet 100 : 160.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

Nach intravenöser Injektion von 0,05 mg Adrenalin steigen systolischer Blutdruck und Venendruck etwa gleichzeitig an; der diastolische Druck fällt etwas ab, nachdem der systolische Druck seine höchste Höhe erreicht hat. Die Venendrucksteigerung ist relativ geringgradiger als die arterielle Drucksteigerung.

In den Abbildungen 14 und 15 ist das Verhalten des Capillar-Druckes unter Adrenalinwirkung dargestellt.

In einem Vorversuch war die Capillardruckmessung — wie bei Versuch 1 bis 4 — mit dem Kylin'schen Apparat erfolgt. Mit Einsetzen der Adrenalinwirkung trat eine extreme Hautblässe ein — dies wiederholte sich in den späteren Versuchen immer wieder —, fast alle Capillaren verschwanden aus dem Gesichtsfeld des Capillarmikroskops bis auf ganz vereinzelte (2—3), die maximal verengt waren. Unter diesen Umständen war eine Druckbestimmung mit der Methodik Kylins unmöglich.

In den folgenden Versuchen wurde daher die Capillardruckmessung mit Apparatur und Methodik von Danzer und Hooker durchgeführt.

Die Adrenalinwirkung auf die Capillaren — einsetzend nach einer gewissen Latenzzeit — zeigte sich im Verschwinden zahlreicher Capillaren, in der Verengerung der restlichen Capillaren, in denen eine Verlangsamung der Blutströmung eintrat, die körnig, bisweilen ruckweise war und schließlich kurze Zeit ganz stillstand. (Die Capillardruckbestmimung nach Danzer und Hooker erfolgt im Unterschied zur Kylin'schen Methodik an den dem Nagelfalz nächst gelegenen Capillaren, die im Durchschnitt hier zahlreicher, besser zu beobachten und etwas größer sind; letzteres ist der Grund, warum nicht ganz so viele Capillaren unter der Adrenalinwirkung verschwinden.) In Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Manfredi und Stern waren außerdem vereinzelte Abschnürungen der Blutsäule, verstärkte peristaltische und antiperistaltische Bewegungen der Capillarwand (indirekt durch Beurteilung der Blutsäule) zu beobachten. Mit Abklingen der Adrenalinwirkung wurden die Capillaren wieder weiter, die vorher verschwundenen erschienen wieder, die Blutströmung wurde beschleunigt und gleichmäßig-homogen.

Die Versuchspersonen verspürten subjektiv die bekannten Sensationen wie Herzklopfen, Blutandrang zum Kopf, Hitzegefühl.

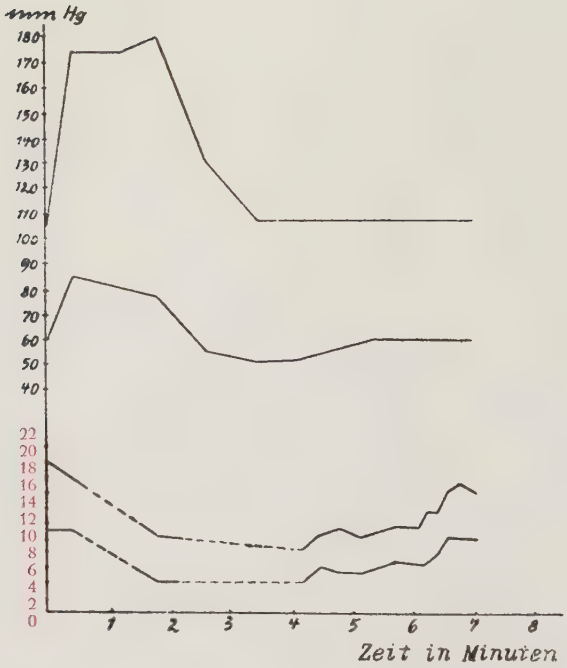


Abbildung 14.
Versuch 7.

Blutdruck: Die beiden oberen Linien (systol. und diastol.)

Capillardruck: Die beiden unteren Linien. Er wurde gemessen an einer Capillare; die obere der zwei Linien zeigt das Aufhören der Blutströmung, die untere das Wiederingangkommen der Strömung. In dem Zeitabschnitt, der dem gestrichelten Teil der Linien entspricht, stand die Blutströmung still.

Versuchsperson: 28jähriger gesunder Mann.

Blutdruck kurz vor Beginn des Versuches: 105/60.

Mit Einsetzen der Adrenalinwirkung steigen systolischer und diastolischer Blutdruck an, der Capillardruck sinkt ab. Systolischer und diastolischer arterieller Druck sinken nach der zweiten Minute wieder ab, letzterer etwas unter die Norm, der Capillardruck erreicht hingegen erst nach der doppelten Zeit wieder seine normale Höhe.

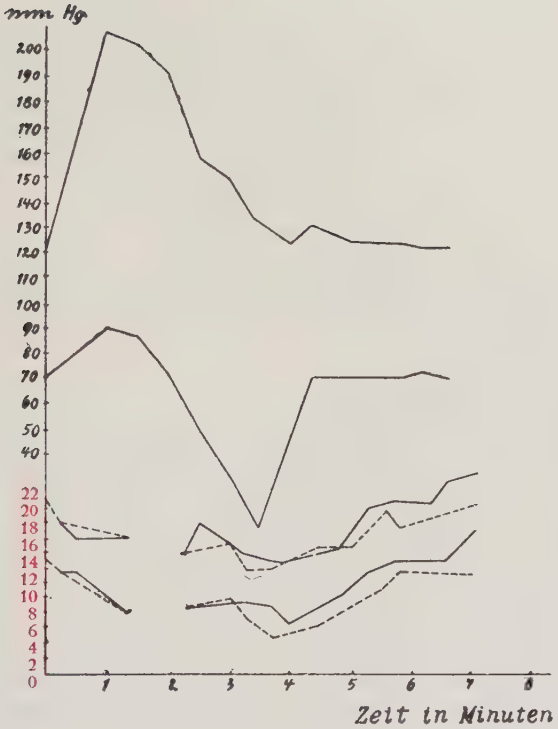


Abbildung 15.
Versuch 8.

Blutdruck, Capillardruck: Wie bei der vorigen Kurve.
Versuchsperson: 27jähriger gesunder Mann.
Blutdruck kurz vor Beginn des Versuches: 120/70.
Der Versuch verlief im wesentlichen gleich dem vorigen. Nach Erreichen des Ausgangsniveaus (nach 6 Min.) steigt der Capillardruck weiter an.

Ergebnis der Untersuchungen: Unter Adrenalinwirkung sinkt der Capillardruck ab. Die Wirkung auf den Capillardruck hält länger an als die Wirkung auf den arteriellen Druck. In den letzten beiden Versuchen steigt im Gegensatz zu den vorhergehenden der diastolische Druck zu Beginn auch etwas an, sinkt dann aber gleichfalls unter die Norm ab.

3. Der Capillardruck bei Hypertonien.

Es wurden untersucht mit dem Danzer-Hooker-Apparat bei Benutzung des Kriteriums des Wiederingangkommens der Blutströmung in den Capillaren 6 Fälle von essentieller Hypertonie, 8 „Übergangsformen, 5 Kranke mit maligner Sklerose, 5 akute und 6 chronische diffuse Nephritiden.

In dem Text unter den Abbildungen, die den Capillardruck für die verschiedenen Fälle von Hypertonie darstellen, bedeutet:

RR: Blutdruck am Untersuchungstag,
Vdr: Venendruck bei der Krankenhausaufnahme oder kurze Zeit später,
Oe: ob Ödeme vorhanden waren bei Krankenhausaufnahme.
Kv: Konzentrationsvermögen der Niere
(h): Höchst
(sp): Spontan,
F: Fundus, Augenhintergrund.

Die Zahlen in der letzten Zeile geben Tag der Krankenhausaufnahme und den zugehörigen Blutdruck, sowie den Blutdruck in den letzten Tagen vor der Entlassung und das entsprechende Datum an.

Die erste Capillardruckmessung erfolgte in fast allen Fällen in den ersten Tagen nach der Krankenhausaufnahme.

Der Capillardruck ist in den Abbildungen in mm Hg angegeben, die Höhe von 20 mm Hg ist durch eine rote Linie angezeigt.

Die Capillardruckmessung wurde durchschnittlich an mindestens drei verschiedenen Fingern (meistens der linken Hand) und mindestens für 20 verschiedene Capillaren durchgeführt (oft für mehr Capillaren). Auf den Abbildungen sind die erhaltenen Werte — wenn über 20 Messungen ausgeführt — ihrem Verhältnis entsprechend berücksichtigt.

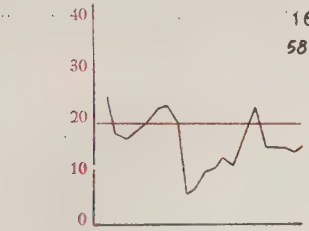
Der Capillardruck wurde untersucht:

a) bei essentieller Hypertonie
   1. bei ganz einwandfreien Formen
   2. bei „Übergangsformen“
   3. nach Behandlungseinwirkung.
b) bei malignem Hochdruck; Behandlungseinwirkung.
c) bei akuter diffuser Nephritis; Behandlungseinwirkung.
d) bei chronischer Nephritis; Behandlungseinwirkung.

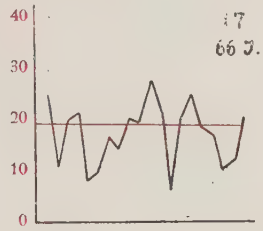
a) bei essentieller Hypertonie.

1. bei ganz einwandfreien Formen.

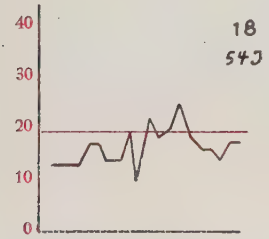
Die Abbildungen 17—20 zeigen das Resultat der Capillardruckmessungen bei reinen Formen von essentieller Hypertonie. Die Mehrzahl der Werte für die verschiedenen Capillaren im Einzelfall liegt unter 20 mm Hg.



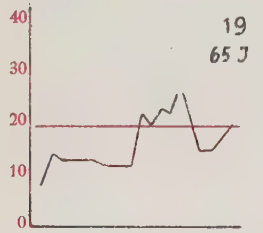
essentielle Hypertonie;
RR: 185/75;
keine Oedeme, keine Venenst.



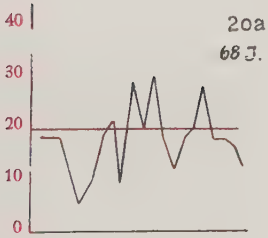
essentielle Hypertonie;
RR: 160/100; Vdr: 90 mm;
Oe:; keine Kv: 1028;
F: regelrecht;
4. 1. —8. 2.; 180/100—160/85.



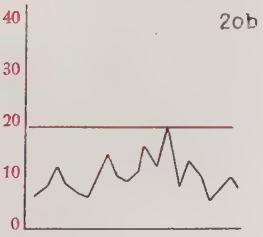
essentielle Hypertonie;
RR: 165/85.



essentielle Hypertonie;
RR: 150/75;
F: Art.-refl. verschärft, Kreuzungsphänomene;
165/105—155/85.



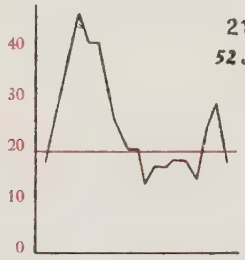
essentielle Hypertonie;
RR: 180/95; Vdr: 80'mm;
Kv: 1029;
F: Kreuzungsphän. deutlich, Art. eher etwas eng;
24. 1.—8. 2.; 180/95—160/85.



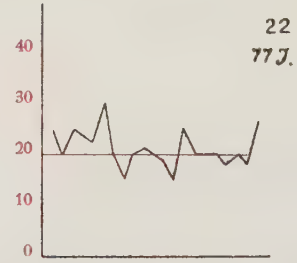
Nach Bettruhe und salzarmer Ernährung.
RR: 160/85.

2. bei „Übergangsformen".

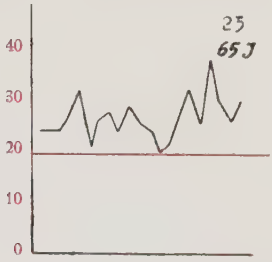
In den Fällen, deren Capillardruck dargestellt ist in den Abbildungen 21 bis 25, wurde die klinische Diagnose „Übergangsform", (Verdacht auf Übergang zur malignen Sklerose) gestellt. Die Mehrzahl der Capillardruckwerte im Einzelfall liegt — abgesehen von Fall 24 — über 20 mm Hg. Bei Fall 24, dessen Capillardruck niedrig ist, handelt es sich wahrscheinlich um ein Anfangsstadium der „Übergangsform" (der Blutdruck war während des Krankenhausaufenthaltes abgesunken und hielt sich längere Zeit — 14 Tage — in der Höhe von 145/80 mm Hg).



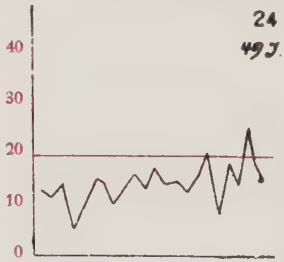
fix. Hochdr., Übergangsfr. RR: 205/110; Vdr: 155 mm; Oe: keine Kv: 1021; (h.) F: Pap.-Oed., Art. eng, starke Kal.-schw., ver. Blut. u. Deg.-herd. 8. 2.—19. 3.; 240/135—215/110.



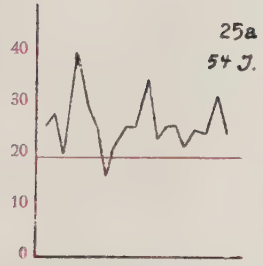
esent. Hypertonie, Übergangsf. RR: 195/90; Vdr: 140 mm; Kv: 1028; F: Pap.-Oed., enge Art., einz. gz. oblit.; kalkspr.-artige Degen.-Herde. 14. 1.—16. 3.; 190/130—190/100.



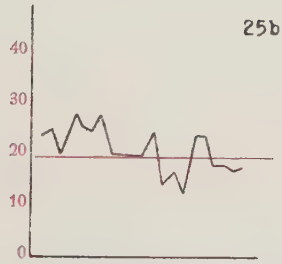
fix. Hochdr., Übergangsf. RR: 180/100; Vdr: 140 mm; Kv: 1030; F: Gef. breit gef. mit brt. Refl., kalkspr.-art Degenerat.-herde, zahlr. kleine Blutungen. „F.hypert., Endstad."
7. 2.—30. 3.; 190/110—180/100.



essent. Hypertonie, Übergangsf. RR: 190/105; keine Venenstauung; Oe:; keine Kv: 1030; F: gr. Art. gut gef. breite Refl., kleine Gef. enger starke Kaliberschwankungen.
4. 2.—25. 3.; 240/130—190/110
(20. 2.—3. 3; RR. ca. 145/80.)



fix. Hochdr., Übergangsf.
RR: 178/110; Vdr: 110 mm; Kv: 1028;
F: Art. etw. eng, teils angedeut.
Kal.-schw., Venen breit gestaut,
Kreuzungsphänomene.



Nach Bettruhe und salzarmer Ernährung.
RR: 180/95.

3. Behandlungseinwirkung.

I. bei essentieller Hypertonie.

Den Einfluß von salzfreier Kost und Bettruhe auf den Capillardruck zeigen Abbildung 20a und b. Nicht erhöht, sinkt der Capillardruck während der Behandlung deutlich ab.

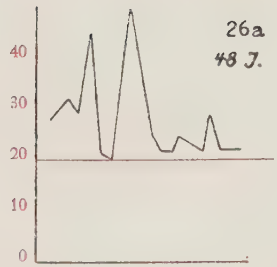
II. bei der „Übergangsform".

Abbildung 25a zeigt den Capillardruck vor der Behandlung, Abbildung 20b nach der Behandlung mit Bettruhe und salzfreier Kost. Auch hier sinkt der Capillardruck — in diesem Fall erhöht — ab, erreicht aber nicht normale Werte.

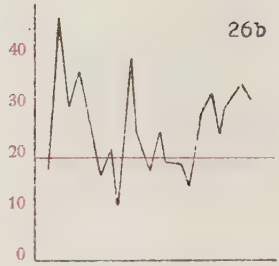
b) Der Capillardruck bei malignem Hochdruck.

Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 26 bis 30 zusammengestellt. Die Druckwerte für die verschiedenen Capillaren im Einzelfall liegen in der Mehrzahl wesentlich über 20 mm Hg. Es finden sich große Schwankungen der Werte für die Capillaren im Einzelfall.

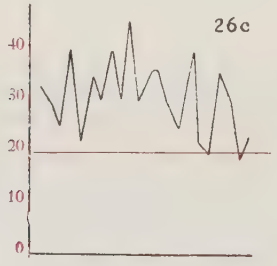
Die Abbildungen 26 und 30 zeigen das Verhalten des Capillardruckes unter dem Einfluß von salzfreier Kost und Bettruhe. Im Fall 26, wo nach vierwöchentlicher Behandlung unerwartet ein Absinken des Blutdruckes eintrat, sank der Capillardruck nur ganz wenig. Als nach einem Diätfehler der Blutdruck wieder anstieg, (Abbildung 26c), erreichte der Capillardruck wieder seine ursprüngliche Höhe. Im Fall 30 blieben Blutdruck und Capillardruck während der ganzen Dauer der Behandlung auf der gleichen Höhe.



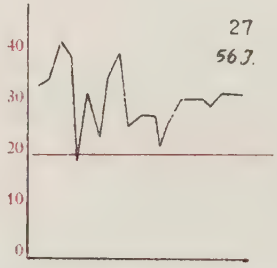
maligne Sklerose; RR: 220/110; Vdr: 100 mm; Oe:; keine Kv: 1024 (f); F: Pap. unscharf, Art. verengt, Karl.-schw., Krzsphän., hämorrhag. Sternfigur in d. Macula.
11. 1.—3. 3.; 260/145—190/110.



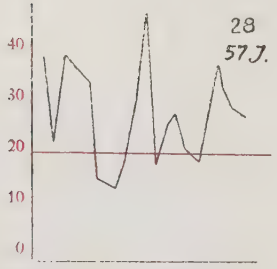
RR: 140/70;
nach vierwöchentlicher Bettruhe u. salzfreier Kost ist der Blutdruck abgesunken.



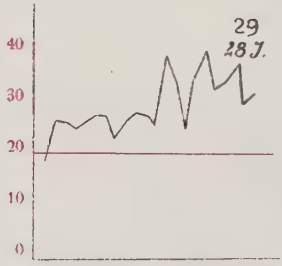
RR: 210/120;
nach Diätfehler ist der Blutdruck wieder angestiegen



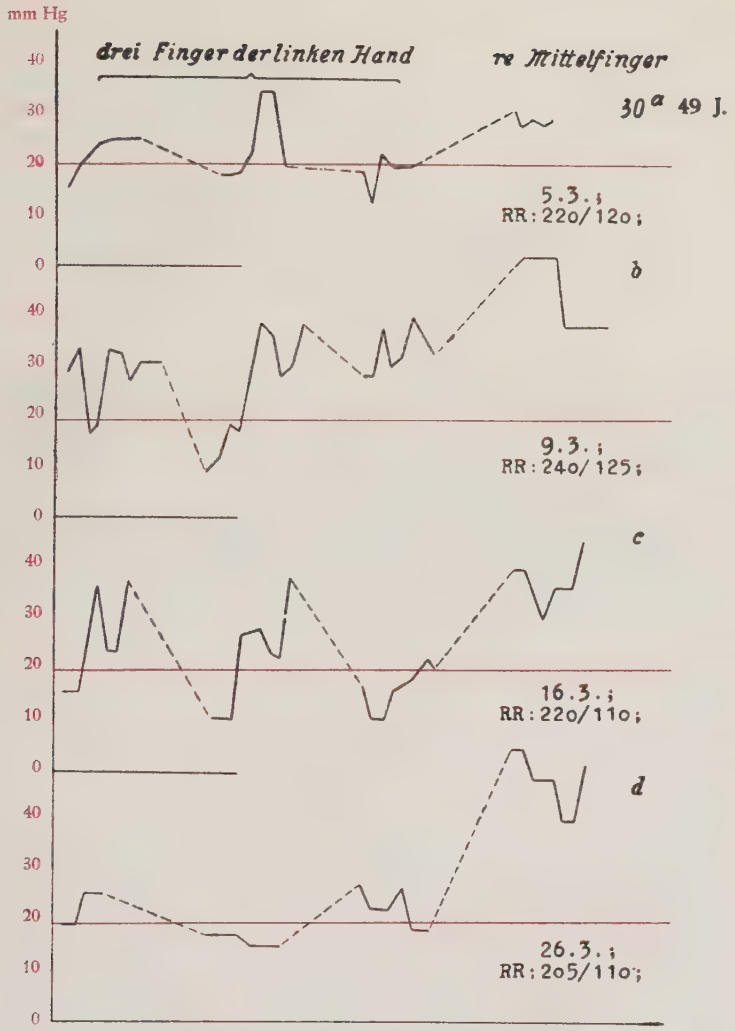
maligne Sklerose; RR: 170/75; Vdr: 143 mm; Kv: 1021; F: Pap.-Oedem, art. stark geschläng., periph. verengt, reichl. weiße und pigm. ret. Herde, gr. u. kl. Hämorrhag., „Neuroretinitis angiospastica".
19. 2.—9. 4.; 250/135—200/100.



maligne Sklerose; RR: 220/120; Vdr: 95 mm; Oe:; keine Kv: 1017; F: Neuroretinitis angiospastica.
2. 2.—21. 2.; 215/115—230/105,



Cystenniere, Niereninsuffizienz; RR: 135/95.



maligne Sklerose; Vdr: 85 mm; Kv: 1017; F: Arterien zeigen sehr starke Kaliberschw., teils sehr stark verengt, Blutungen.
1. 3.—26. 3.; 255/150—205/110.

Abbildung 30a—d stellt viermalige, in größeren Zeitabständen wiederholte Druckmessungen in einem Fall von maligner Sklerose dar und zeigt die entsprechenden Druckwerte für jeden einzelnen Finger untereinanderstehend. Die Capillardruckwerte für drei Finger der linken Hand sind mäßig erhöht, teilweise sogar normal, dahingegen zeigt der rechte Mittelfinger sehr hohe Werte. Dies Verhalten des Capillardruckes wurde in den vier aufeinander folgenden Messungen konstant gefunden.

c) Capillardruck bei akuter diffuser Nephritis.

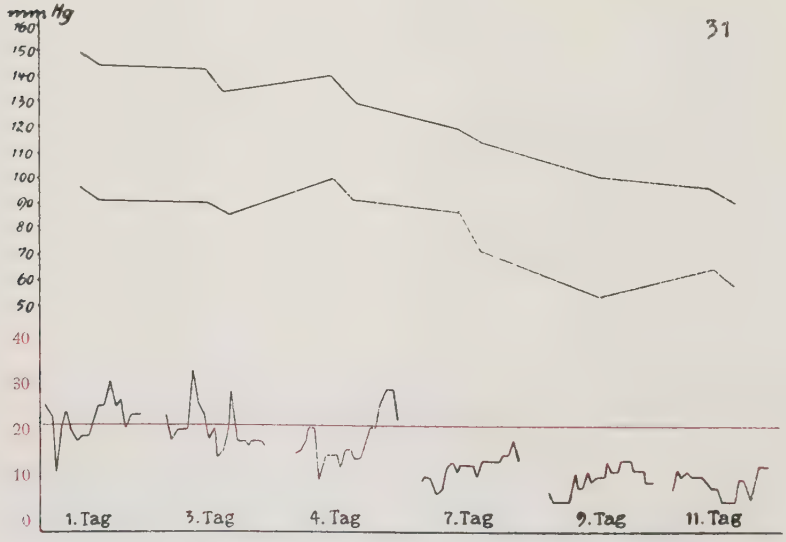
Die Abbildungen 31 bis 35 zeigen wiederholte Druckmessungen bei Patienten mit akuter diffuser Nephritis. In den Abbildungen 31, 32 und 33 sind der systolische und der diastolische arterielle Druck miteingezeichnet (die obersten zwei Linien).

Bei dem Patienten, dessen Capillardruckwerte Abbildung 33 zeigt, trat zu der akuten Nephritis intercurrent eine doppelseitige Pneumonie hinzu, an der der Patient verstarb. Die beiden letzten Capillardruckbestimmungen sind während des Fieberstadiums ausgeführt.

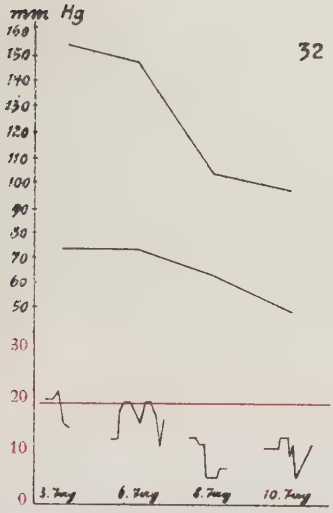
Resultat der Messungen:

Die untersuchten akuten diffusen Nephritiden — alle mit Blutdrucksteigerung einhergehend — zeigten alle eine Erhöhung des Capillardruckes. Es bestanden im Einzelfall erhebliche Schwankungen der Druckwerte für die verschiedenen Capillaren. Der Capillardruck sank vor dem Blutdruck zur Norm ab. Der Venendruck war fast stets erhöht.

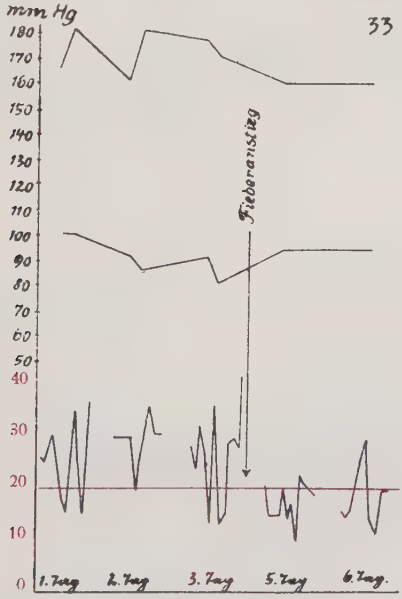
In einem Fall, wo sich während der Nephritis eine Pneumonie entwickelte, sanken während des fieberhaften Stadiums systolischer Blutdruck und Capillardruck ab, der diastolische arterielle Druck hingegen stieg eher etwas an.



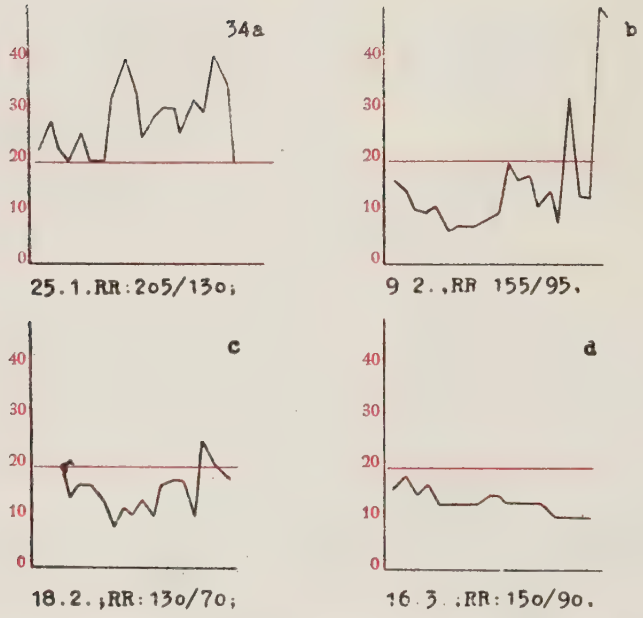
akute diffuse Nephritis (13jähriges Mädchen); Oe: +; Kv: 1030.
9. 3.—6. 4.; 165/115—95/55.



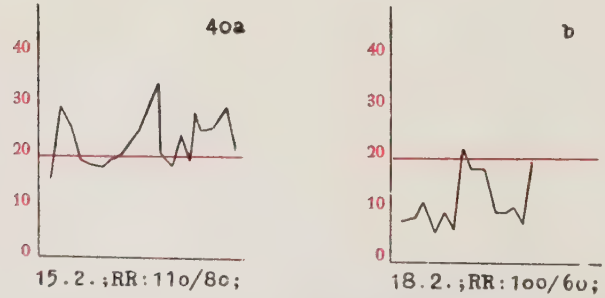
akute diffuse Nephritis (5jähriges Kind); Vdr: 185 mm; Oe: keine RR: 10. 3.: 190/110 (1. Tag)—11. 4. 95/60.



akute diffuse Nephritis, doppelseitige Pneumonie; 42 J. Venendr: 110 mm; Kv: 1023; 12. 3.—22. 3. (gestorben); 150/95 — RR ante finem niedrig; in der Zwischenzeit bis 180/90 gestiegen, im Fieberstadium durchschnittl. 160/90.



akute diffuse Nephritis; 44 J.; Vdr: 135 mm; Oe: keine; Kv: 1028; F: **regelrecht.**
23. 1.—12. 4.; 230/140—130/65.



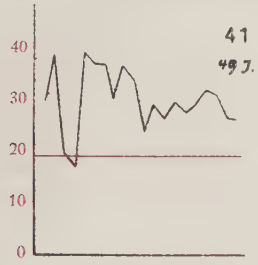
akute diffuse Nephritis; (11 Jahre alt); Oe: +; Kv: 1030.
12. 2.—25.3.; 130/95—85/55.

d) Capillardruck bei subchronischer und chronischer Nephritis.

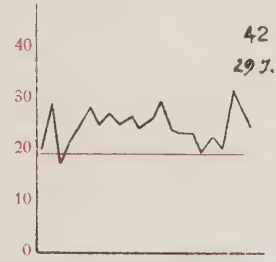
Das Ergebnis der Messungen zeigen die Abbildungen 41 bis 46. In den Fällen mit erheblicher Blutdrucksteigerung, 41, 42, 46 findet sich eine deutliche Capillardruckerhöhung. Die Fälle 43 und 45, mit mäßiger Blutdrucksteigerung einhergehend, zeigen nur eine geringe Erhöhung des Capillardruckes und bei Fall 44 sind Blutdruck und Capillardruck normal.

Abbildung 45 und 46 zeigen den Einfluß von Bettruhe und salzfreier Ernährung. Blutdruck und Capillardruck sinken ab.

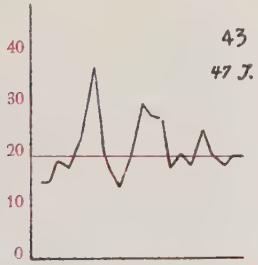
In Abbildung 46 sind systolischer und diastolischer arterieller Druck miteingezeichnet (die beiden obersten Linien).



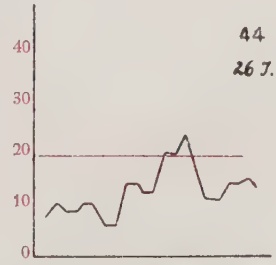
subchron. Nephr.; RR: 170/110; Vdr: 95 mm; Oe: (+); Kv: 1016; F: Art. deutl. verengt, stellenw. Char. d. Silberdr.-art., ver. hellgelbe Deg.-herde. 16. 2.—3. 4.; 170/105—180/125.



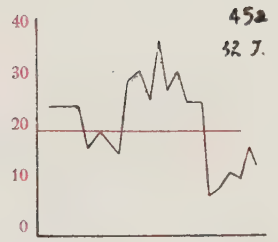
chronische Nephritis; RR: 170/110; Vdr: 150 mm; Oe: (+); Kv: 1030; F: o. B.
13. 3.—7. 4.; 195/110—140/90.



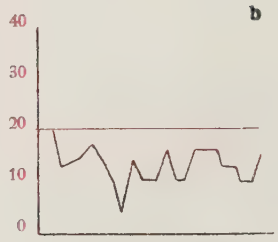
chronische Nephr.; RR: 135/90; Lidödem; Kv: 1023; F: o. B.
10. 3.—7. 4.; 170/90—155/95.



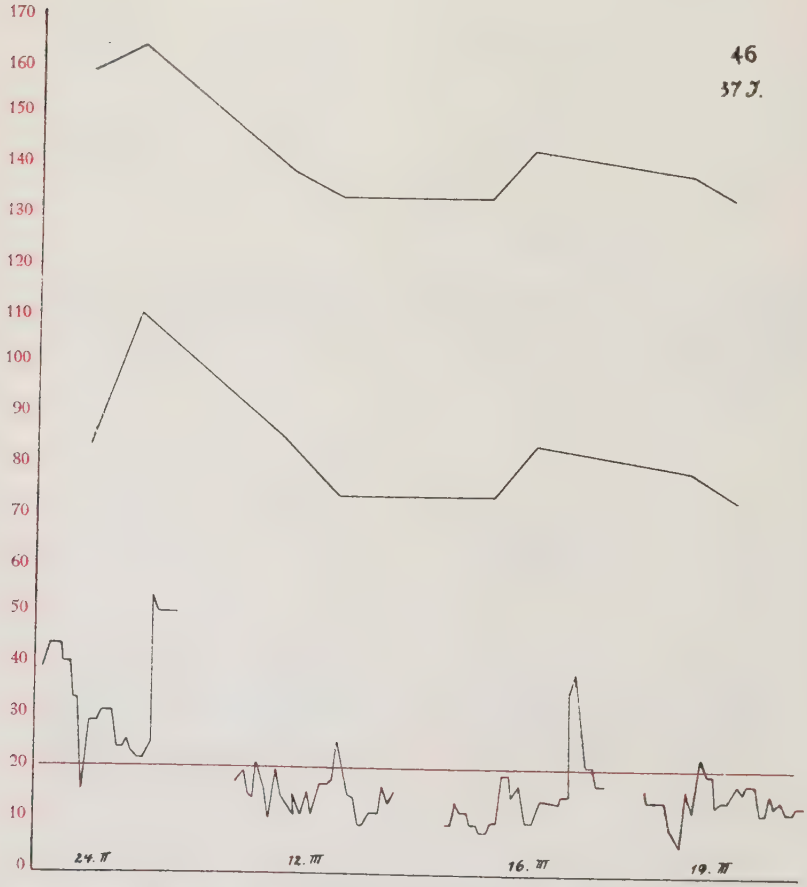
subchron. Nephr.; RR: 110/80; Oe:; keine, Kv: 1016; F: Art. eher breit als eng, mäßige Venolenschlängelung.
25. 2.—5. 3.; 140/90—125/75.



subchron. Nephr.; RR: 140/100; Vdr: 65 mm; Oe: (+); Kv: 1030; F: völlig regelrecht.
15. 2.—1. 4.; 140/85—130/75.



RR: 120/80;
(nach Bettruhe und salzfreier Kost; der Blutdruck ist abgesunken.)



subchronische Nephritis; Vdr: 125 mm; Oe: +; Kv: 1030; F: leichte aber deutlich wahrnehmbare Kreuzungsb. d. Venen.

Allgemeine Beobachtungen bei Capillardruckmessungen bei Patienten mit malignem Hochdruck, akuter und chronischer diffuser Nephritis.

Es zeigten sich bei der Druckbestimmung an zahlreichen Capillaren folgende Besonderheiten.

Hatte der Kompressionsdruck eine bestimmte Höhe erreicht, so stand die Blutströmung nicht völlig still, sondern die Blutsäule bewegte sich noch ruckweise vorwärts oder flottierte hin und her oder bewegte sich bei gleichbleibendem Kompressionsdruck sogar plötzlich wieder gleichmäßig weiter. Wurde daraufhin der Kompressionsdruck weiter erhöht, so war oft ein erheblicher Druckzuwachs erforderlich, die Blutströmung wieder zum Stillstand zu bringen. Derselbe Vorgang konnte sich noch einmal wiederholen. Bei Nachlassen des Kompressionsdruckes setzte die Strömung dann bei Werten ein, die wesentlich höher sein konnten als der Druck, durch den die Strömung anfänglich zum Stillstand gebracht worden war. In manchen Fällen setzte — nachdem die Strömung zum Stillstand gekommen war — sogar rückläufige Strömung ein. Sehr bedeutungsvoll scheint folgende Beobachtung. An einer Capillare bei einem Patienten mit akuter diffuser Nephritis war die Blutströmung bei einem bestimmten Kompressionsdruck zum Stillstand gekommen. Plötzlich — bei weiter wirkendem Kompressionsdruck — fing die Blutsäule an zu flottieren, kurz darauf setzte eine der ursprünglichen Richtung entgegengesetzte Strömung in derselben Capillare ein. Es war eine erhebliche Steigerung des Kompressionsdruckes erforderlich (von 22 auf 55 mm Hg), sie wieder zum Stillstand zu bringen. Bei Nachlassen des Druckes erfolgte derselbe Vorgang in umgekehrter Reihenfolge.

Druckbestimmungen, an derselben Capillare in kurzen Zeitabständen gewonnen, zeigten oft sehr verschiedene Höhe.

Bei Messung an Capillaren mit hohem Druck bewirkte der Kompressionsdruck oft eine sehr weitgehende Verengerung der Capillarweite, die Blutsäule wurde dann haardünn und war bisweilen nur noch mit Mühe zu erkennen. Ja manche Capillaren verschwanden sogar, ohne daß die Blutströmung vorher zum Stillstand gekommen wäre. (Allein aus dieser Beobachtung wäre — ohne Kenntnis der Capillardruckerhöhung — schon auf eine erhöhte Kontraktion der Capillaren zu schließen gewesen, bzw. auf eine Engerstellung des Capillarsystems.)

Diese Erscheinungen — beim Gesunden fehlend oder sehr selten — waren bei malignem Hochdruck und diffuser Nephritis (besonders bei akuter Nephritis) häufig, fast pathognomonisch.

Hauptteil III.

Besprechung.

In Untersuchungen über das Alter von 20 bis 70 Jahren beim Normalen wurde mit Kylin'scher Methodik und unter Verwendung sowohl der Kylin'schen als der Danzer-Hooker Apparatur Unabhängigkeit des Capillardruckes vom Lebensalter gefunden, übereinstimmend mit den Ergebnissen früherer Untersucher. Er liegt beim Gesunden in den Grenzen von 100 und 200 mm H_2O.

Die mit Methodik und Apparat von Danzer und Hooker ausgeführten Capillardruckmessungen beim Kreislaufgesunden lassen gleichfalls keine Abhängigkeit des Capillardruckes vom Lebensalter erkennen jenseits des Kindesalters. Liegen die Druckwerte für die einzelnen Capillaren in der Mehrzahl über 20 mm Hg, so ist der Capillardruck als erhöht zu betrachten.

Danzer und Hooker fanden im Gegensatz zu Untersuchern, die mit Kylin'scher Methdik arbeiteten, den Capillardruck bei Kindern niedriger als beim Erwachsenen. Eigene Kontrollbestimmungen bestätigen die Feststellungen Danzer und Hookers. Die Werte für die einzelnen Capillaren sind beim Kind gleichmäßiger und liegen in der Regel zwischen 8 und 15 mm Hg. Die niedrigsten Capillardruckwerte wurden bei zwei siebenjährigen Knaben bestimmt.

Versuche gleichzeitiger Capillardruckbestimmung (nach Methodik Kylin — Begründung der Verwendung dieser Methode siehe Seite 14 —) und Venendruckmessung nach Moritz-Tabora zeigen bei künstlicher venöser Stauung ein Ansteigen des Capillardruckes. Die Abhängigkeit zwischen Venen-Kompressionsdruck, Capillardruck und Venendruck wird bestimmt durch die Blutfülle des Armes und die Möglichkeiten des Zuflusses und Abflusses von Blut. Kann Blut in genügender Menge zufließen, so hält sich der Capillardruck nahe dem Venenkompressionsdruck (aufsteigender Teil der Kurven 10 und 11, absteigender Teil der Kurven 8 und 9). Der Venendruck bleibt unter dem Venenkompressionsdruck und unter dem Capillardruck, wenn bei anfänglich normaler Füllung des venösen Systems der Abfluß des Blutes (bes. in den tiefen Venen) erst allmählich ganz gesperrt wird (aufsteigender Teil der Kurve 10 und 11). Venendruck und Capillardruck sind annähernd gleich hoch, wenn bei zu Anfang normaler Blutfülle des Armes der Rückfluß des Blutes in den Venen vollkommen gedrosselt ist (aufsteigender Teil der Kurven 8 und 9). Der Venendruck liegt über dem Venenkompressionsdruck und über dem Capillardruck, wenn der Arm strotzend mit Blut gefüllt und der Abfluß des Blutes zu Anfang noch erschwert ist (absteigender Teil der Kurven 8 und 9). Bei aus der Reihe fallenden Versuchswerten (absteigender Teil der Kurve 11) ist die Möglichkeit lokaler Gefäßregulationen in Betracht zu ziehen, wahr-

scheinlicher sind jedoch als Ursache Fehlerquellen der Capillardruckbestimmung (die einzelnen Druckmessungen mußten sehr rasch erfolgen; zudem ist die Methode Kylin in der Anwendung an sich schwierig).

Versuche 5 und 6 (Abbildungen 12 und 13) zeigen, daß der Venendruck unter Adrenalinwirkung mäßig ansteigt (bis zu 130 und 150 mm H_2O). Bemerkenswert ist, daß die Latenzzeit im 2. Versuch wesentlich kürzer war.

Versuche 7 und 8 (Abbildungen 14 und 15) haben das interessante Ergebnis, daß der Capillardruck bei intravenöser Injektion von Adrenalin anscheinend absinkt. Es fände demnach unter Adrenalinwirkung keine Kontraktion der Capillaren statt. Im Widerspruch hierzu steht die Beobachtung von Lewis, daß die Capillaren bei lokaler Applikation von Adrenalin einem Stauungsdruck im venösen System bis zu 60 mm Hg standhalten, ja sich sogar aktiv dagegen entleeren können!

Die Klärung dieses Widerspruches ergibt sich bei Berücksichtigung der besonderen Eigenart der Capillardruckmessung nach Danzer-Hooker. Bei Messung des Capillardruckes unter venöser Stauung war von Dooneief gleichfalls ein — paradoxes — Absinken des Capillardruckes gefunden worden. Bei Besprechung seiner Resultate war ausgeführt worden, daß man mit der Methodik von Danzer und Hooker im wesentlichen den Strömungsdruck (Druckabfall in den Capillaren) mißt. Unabhängig von einem kleinen Druckgefälle in den Capillaren kann aber der Inhalt der Capillaren doch unter einem hohen Druck stehen, sei es infolge venöser Rückstauung, sei es durch Kontraktion der Capillarwand. Die Capillardruckerhöhung tritt in diesem Falle nur in Erscheinung bei Messung des Druckes durch direkte Punktion der Capillaren oder bei Druckmessung mit Kylin'scher oder ähnlicher Methodik.

Bei Versuch 7 und 8 sinkt der „Strömungsdruck" in den Capillaren mit Sicherheit — wie schon der zeitweilige Strömungsstillstand zeigt — ab, d. h. es findet nur ein geringer oder gar kein Druckabfall in den Capillaren statt. Ob nun der Inhalt der Capillare unabhängig davon unter erhöhtem Druck steht, kann man nur indirekt entscheiden. Wäre die Capillarwand durch Adrenalin unbeeinflußt geblieben, so hätte die Drucksteigerung im venösen Gebiet rückläufig zu einer stärkeren Blutfülle der Capillaren führen müssen. Die Capillaren hingegen verengern sich, ja sogar verschwinden zum größten Teil, Es treten — wie schon Stern beschrieben hat — Abschnürungen der Blutsäule, verstärkte peristaltische und antiperistaltische Bewegungen auf. (Der Behaupung Klingmüllers auf Grund der Beobachtung von „Scheitelkügelchen": man könne die Blutsäule nicht als Maß der Capillarweite ansehen, wird wegen der großen Seltenheit der angeführten Erscheinung keine Beweiskraft zugebilligt). Auf Grund dieser Beobachtungen sowie der Feststellungen von Lewis muß man annehmen, daß Adrenalin eine Kontraktion der Capillarwand bewirkt.

Die Hautcapillaren wären demnach unter Adrenalinwirkung von der allgemeinen Blutzirkulation größtenteils ausgeschaltet. Ihr Anteil an der Ge-

samtblutmenge ist zwar nur gering, aber in Anbetracht der Beobachtung, daß unter Adrenalinwirkung das Minutenvolumen erhöht ist, ist anzunehmen, daß andere Gefäßgebiete weiter gestellt sind.

Die Festellungen Hartmanns am musculus sartorius der lebenden Katze: nach intravenöser Injektion kleiner Dosen Adrenalin Erweiterung aller Gefäße, nach Injektion größerer Dosen nur Erweiterung der Capillaren, sowie plethysmographische Untersuchungen — wobei die Fehlerquellen dieser Methode nicht vergessen werden sollen — lassen einen größeren Blutgehalt und eine erhöhte Blutzirkulation der Muskulatur unter Adrenalinwirkung möglich erscheinen.

Die Beobachtung, daß unter Adrenalinwirkung die Haut weniger durchblutet wird, läßt sich für die Anschauung von Rein verwerten, daß Adrenalin den Blutbedarf der Organe mitregulieren hilft.

In einem Versuch der Capillardruckbestimmung unter Adrenalinwirkung blieb bei einer Versuchsperson, die kurz vorher ein reichliches Mittagsmahl zu sich genommen hatte, die Blutdrucksteigerung und die Wirkung auf die Capillaren vollständig aus.

Der Capillardruck ist bei essentieller Hypertonie nicht erhöht. Wird einige Zeit Bettruhe und salzfreie Kost durchgeführt, so ist der Capillardruck niedriger als zu Anfang.

In Fällen mit Symptomen, die den Verdacht auf Übergang zu malignem Hochdruck gerechtfertigt erscheinen lassen, ist der Capillardruck oft an der oberen Grenze der Norm, nicht selten leicht erhöht. (Auch wenn man für die in diesen Fällen meist vorhandene Venendrucksteigerung einen entsprechenden Betrag von den Capillardruckwerten abzieht, bleiben die Werte immer noch an der oberen Grenze und über der Norm. Bei Übergangsformen sinkt der Capillardruck nach Bettruhe und salzfreier Kost gleichfalls ab, wenn auch nicht erheblich).

Bei malignem Hochdruck besteht eine erhebliche Capillardrucksteigerung, es finden sich für die einzelnen Capillaren sehr verschieden hohe Druckwerte, der Druck innerhalb einer Capillare kann innerhalb kurzer Zeit sehr wechseln.

Abbildung 30 läßt erkennen, daß der Capillardruck in verschiedenen Teilen der Haut sehr unterschiedlich sein kann, die funktionellen oder anatomisch fixierten Veränderungen im Gefäßsystem mithin in den einzelnen Gefäßbezirken sehr verschiedenen Grades sein können. Bei dem betreffenden Kranken, der an einer malignen Sklerose litt, fanden sich bei drei von den vier untersuchten Fingern nur mäßig erhöhte Capillardruckwerte, bei dem vierten Finger hingegen sehr hohe Werte. Es wurden daher in längeren Zeitabständen wiederholte Messungen ausgeführt und diese zeigen eine bemerkenswerte Konstanz der Eigenart der Druck- und Strömungsverhältnisse der verschiedenen Gefäßgebiete in diesem Falle. Die praktische Bedeutung dieser Beobachtung ist, daß in pathologischen Fällen an mehreren Fingern zahlreiche Capillardruckbestimmungen erfolgen müssen.

Es wurde ein unterschiedlicher Einfluß von Bettruhe und salzfreier Ernährung auf den Capillardruck bei malignem Hochdruck gesehen. Bei Absinken des Blutdruckes fiel der Capillardruck gelegentlich nur wenig. Man muß annehmen, daß die Engerstellung des arteriellen und capillären Systems bei malignem Hochdruck anatomisch fixiert ist oder — eine humorale (vasoaktive Substanzen im Blut) oder nervale Genese angenommen — die Therapie einen wesentlichen Einfluß auf Krankheitsursache und Krankheitsgeschehen n i c h t hat (wie man ihn schon eher erwarten könnte als bei anatomisch fixierten Gefäßveränderungen). Wenn in selteneren Fällen eine geringe Weiterstellung der Peripherie erfolgt (beurteilt am Absinken des Blutdruckes), so betrifft sie anscheinend arterielles und Capillar-System gleichmäßig oder wirkt sich vorwiegend im arteriellen System aus.

Akute Nephritis im Stadium arteriellen Hochdruckes geht regelmäßig mit Capillardrucksteigerung einher, die etwas früher zur Norm zurückkehrt als die arterielle Drucksteigerung. Wie bei malignem Hochdruck zeigen verschiedene Capillaren zu gleicher Zeit sowie die einzelne Capillare in kurzen Zeitabständen große Druckschwankungen.

Bei dem Patienten, der intercurrent an einer Pneumonie erkrankte und daran starb, kann das Hochbleiben des diastolischen arteriellen Druckes im Verein mit dem Absinken des Capillardruckes dafür sprechen, daß die Ursache für das Absinken des systolischen Druckes im Nachlassen der Herzkraft gesucht werden darf (im E.K.G. war eine deutliche Herzmuskelschädigung nachgewiesen). Der diastolische Druck war in der gleichen Höhe geblieben, der Widerstand in der Peripherie — im wesentlichen durch die Arteriolen bedingt — war demnach unverändert hoch, die Arteriolen waren trotz des Fiebers nicht in nennenswertem Maß weitergestellt. Zu gleicher Zeit sank der systolische arterielle Druck ab; die treibende Kraft des Blutstromes war geringer geworden, die Herzkraft erschöpfte sich in der Überwindung des durch die Arteriolen bedingten Widerstandes. Der Körper leitete den Blutstrom durch vermehrte Eröffnung arterio-venöser Anastomosen an dem eng gestellten Capillargebiet vorbei, oder — was wahrscheinlicher ist - das Minutenvolumen wurde geringer. Die Engerstellung des Canis: Widerstandserhöhung im Arteriolensystem/Widerstandserhöhung im Erscheinung (zumindestens bezüglich der Haut; dementsprechend war auch vermehrte Neigung zu Stasen in den Capillaren vorhanden).

Bei chronischer Nephritis besteht ebenfalls eine Erhöhung des Capillardruckes. Findet sich nur eine relativ geringe und labile Blutdrucksteigerung, so sinkt der Capillardruck unter dem Einfluß von Bettruhe und salzfreier Ernährung ab.

Möglichkeiten der Entstehung von Capillardrucksteigerungen:

a) venöse Stauung;
   1. Herzversagen;
   2. Venolenkontraktion;

Druckerhöhung nur geringgradig und wegen zu großer Fehlerbreite der Apparaturen nicht exakt faßbar (Zuwachs an „statischem Druck" bei Verlust an Strömungsdruck).

b) Zunahme des Minutenvolumens bei gleichbleibender Weite des Gefäßsystems; Druckerhöhung ebenfalls nur geringgradig;

c) Erweiterung des vorgeschalteten arteriellen Systems; lokale Histaminwirkung? Masernexanthem?

d) erhöhte Kontraktion der Capillarwand; von dem Grad der Verengerung des vorgeschalteten arteriellen Systems — der für die verschiedenen Gefäßabschnitte, auch in kleinsten Bezirken sehr unterschiedlich sein kann — hängt es ab, ob und in welchem Maß eine Capillardrucksteigerung in Erscheinung tritt.

Die Höhe der Capillardrucksteigerung wird — außer von dem Verhältnis: Widerstandserhöhung im Arteriolensystem / Widerstandserhöhung im Capillarsystem — abhängig sein von der Größe des gesamten Hautcapillarsystems. Bei einem reich entwickelten Capillarnetz wird eine erhöhte Kontraktion der Capillarwand nur eine geringe Erhöhung des Strömungswiderstandes bewirken, während bei einem spärlich entwickelten Capillarsystem durch Engerstellung der Widerstand erheblich mehr wächst. (Sehr typisch war dies bei zwei Kindern mit akuter diffuser Nephritis; das eine Kind hatte bei einem recht erheblichen arteriellen Hochdruck und zahlreichen weiten Capillaren eine geringere Capillardrucksteigerung als das andere Kind, das einen niedrigeren arteriellen Druck, dabei aber nur wenige und enge Capillaren hatte; die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes in den Capillaren war bei dem ersten Kind rasch, bei dem zweiten blitzartig schnell.)

Desgleichen wird es wohl bei Leuten mit malignem „blassem Hochdruck" von dem Grad der Ausbildung des Capillar- und Venolensystems abhängen, ob sie nicht — trotz Engerstellung der Gefäße — doch eine rote Hautfarbe zeigen.

Der augenblickliche Zustand lokaler Gefäßregulation (besser: — dysregulation) wird es bestimmen, ob in den Capillarschlingen schnellste blitzartige Strömung (ungehinderter arterieller Zufluß und venöser Abfluß bei relativ weit gestellter zuführender Präcapillare), Strömungsstillstand bei normal weiten Schlingen (Arteriolensperre) oder Stase in relativ weiten Capillaren herrscht (Capillare offen nach der arteriellen Seite bei venöser Abflußbehinderung). Es kann der bunteste Wechsel dieser Möglichkeiten vorliegen, oder aber bei Bevorzugung einer dieser Möglichkeiten ein einheitliches Bild im Capillarmikroskop betreffs Morphologie und Strömungsverhältnissen entstehen.

Bei dem Patienten mit akuter diffuser Nephritis, der an einer Pneumonie starb, wurde bei der Druckmessung an einer Capillare beobachtet, daß die Strömung bei einem Kompressionsdruck von 22 mm Hg stillstand, plötzlich in umgekehrter Richtung wiedereinsetzte und dann erst bei 50 mm Hg wieder zum Stillstand kam; bei Nachlassen des Kompressiondruckes er-

folgte der Vorgang in umgekehrter Reihenfolge. Zur Erklärung dieser Erscheinung muß man annehmen, daß das der Capillare nachgeschaltete Venolengebiet infolge geänderter Gefäßregulation oder infolge einer bestimmten Wirkung des Kompressionsdruckes von anderer Seite Zutritt von hohem Druck hatte — vielleicht durch Hoyer'sche Kanäle (wie Klingmüller aus dem Auftreten von „Präcapillarrhythmen" bei malignem Hochdruck folgerte) oder durch andere der Strömung offen stehende Capillaren —, das Blut von diesem Venolengebiet den Weg durch die erste Capillare und eine im enger gestellten arteriellen Schenkel neu eröffnete Anastomose in ein anderes Venolengebiet mit niederem Druck nahm. (Die enorme Anastomosenbildung des Capillar- und Venolensystems sowie die häufig eintretende Eröffnung neuer, Schließung schon bestehender Anastomosen mit den damit verbundenen Strömungsänderungen, konnte Salvioli am menschlichen Ohr capillarmikroskopisch sehr schön beobachten.) Die Beobachtungen Klingmüllers: Strömungsänderungen in den Capillaren, während der Stase und dicht vor ihrer Lösung pulssynchrones Zurückflottieren des stagnierenden Schlingeninhaltes, sowie die eignen Erfahrungen bei der Druckmessung sprechen dafür, daß — wie Klingmüller annimmt — eine Strombahnverengerung oberhalb der Abzweigungsstellen der Capillaren und unterhalb der Abgangsstellen der Hoyer'schen Kanäle bei malignem Hochdruck, akuter und chronischer diffuser Nephritis stattfindet, das Blut vorzugsweise durch die direkten arterio-venösen Anastomosen fließt.

Folgerungen:

Die Anwendung zweier Capillardruckmethoden erlaubt den Schluß, daß die Capillardruckbestimmung nach Danzer und Hooker den Vorzug hat bei erhöhtem arteriellen Druck; bei venöser Stauung ist die Methodik nach Kylin zuverlässiger.

Die Abhängigkeit des Capillardruckes bei venöser Drucksteigerung im akuten Versuch wird sichergestellt. Ob im chronischen Versuch, also bei chronischer Venendrucksteigerung dieselbe Abhängigkeit vorliegt, bedarf der Untersuchung.

Auf intravenöse Einspritzung eines halben Zehntel Milligramm Adrenalin erfolgt zunächst eine Capillardruckabnahme bis auf minimale Werte. Die allgemein angenommene Adrenalinwirkung auf das den Capillaren vorgeschaltete arterielle System im Sinne einer Kontraktion kann wohl eine Erschwerung des Abflusses bedingen aber die beim Menschen und Tier bekannte Strom- und Wellengeschwindigkeitserhöhung in den mittleren Gefäßen zwingt auf Grund der Capillardruckbeobachtung zur Annahme, daß in den ersten 5—6 Minuten kein Strömen durch die Capillaren, sondern vorwiegend ein Abströmen durch arterio-venöse Anastomosen (Hoyer'sche Kanäle) erfolgt, und zwar analog den Beobachtungen von Landis, der am Froschmesenterium unter Adrenalinwirkung diese Vorgänge beobachten

konnte. Später — 6 bis 7 Minuten nach der Injektion — steigt der Capillardruck über den Ausgangsdruck an; es ist zu vermuten, daß nunmehr das Lumen der arterio-venösen Kurzschlüsse enger wird und die Capillaren wieder benutzt werden. Da zu dieser Zeit der Venendruck abgesunken ist, wäre in erster Linie die Capillardruckerhöhung durch Capillarengerstellung bzw. relativ geringe Capillarengerstellung zur Stromstärkezunahme zu erklären. Die Reaktion des Hautgefäßsytems auf Adrenalin erfolgt in seinen Teilen: Arterien, Venen, Capillaren verschieden bezüglich Zeit und Stärke. Die Gefäßreaktionen der Haut dürfen mit den Gefäßreaktionen auf Adrenalin in anderen Körpergebieten als nicht gleichsinnig angenommen werden.

Bei essentieller Hypertonie ist der Capillardruck nicht erhöht. Bei blassem Hochdruck wie maligner Sklerose, chronischer diffuser Glomerulonephritis besonders aber bei akuter Nephritis ist der Capillardruck zumeist erhöht. Es scheinen sich auch auf diese Weise zwei Hochdruckformen unterscheiden zu lassen, die eine vorwiegend mit, die andere ohne Capillardruckerhöhung.

Verzeichnis der in der Arbeit angeführten Literatur:

Beckmann Kurt: D. A. f. klin. Med., Bd. 149 H. 3/6, S. 177—188; 1925.
Boas, Ernst, P. und Dooneief, George: A. of int. Med., Bd. 33, S. 407 bis 414; 1924.
Boas, Ernst P. und Frant, Samuel: A. of int. Med., Bd. 30, S. 40—56; 1922.
Boas, Ernst P. und Mufson, Isidor: J. of laborat. a. clin. med., Bd. 9, S. 152—159; 1923.
Carrier, E. B. und Rehberg, P. B.: Skand. A. f. Phys., Bd. 44, S. 20 bis 31; 1923.
Danzer, C. S. und Hooker, D. R.: Amer. j. of phys., Bd. 52, S. 136 bis 167; 1920.
Ellis, Laurence und Weiß, Soma: J. clin. invest., Bd. 8, S. 47—67; 1929.
Frontali, Gino: Riv. di clin. pediatr., Bd. 24, S. 1—34; 1926; Riv. di clin. pediatr., Bd. 26, S. 81—95; 1928.
Göbel, F.: Kli. Wo., H. 50, S. 2280—71; 1923.
Grzechowiak, F.: Z. f. Gynäkol., Bd. 87, S. 128—146; 1924.
Hartmann, Frank A., Evans und Walker: Americ. j. of phys., Bd. 90, S. 668—688; 1929.
Klingmüller, Manfred: Ztschr. f. exp. Med., Bd. 46, S. 94—110; 1925.— Bd. 47, S. 244—263; 1925. — Bd. 56, S. 594—632; 1927.
Krauß: Sammlung klin. Vorträge inn. Med., Nr. 237/39; 1914.
Kylin, Eskil: Die Hypertoniekrankheiten, Verlag Springer, Berlin, 1930. Zentralblatt f. inn. Med., Nr. 40, S. 785—791; 1921. Zentralblatt f. inn. Med., Nr. 29, S. 505—514; 1920.
Landerer, Rudolf: Ztschr. f. klin. Med., Bd. 78, S. 91—101; 1913.
Landis, E. M.: Americ. j. of physiol., Bd. 75, S. 548—557; 1926.
Lewis, Thomas: Heart, Bd. 11, S. 109—117; 1924.
Meldolesi, Gino: Zentralkongreßblatt, Bd. 44, S. 83—84; 1927.
Rajka, Edmund: Ztschr. f. exp. Med., Bd. 48, S. 570—581; 1926.
Rajka, Edmund und Wessely, E.: Ztschr. f. exp. Med., Bd. 57, S. 171 bis 87; 1927.
Rominger, Erich: Archiv f. Kinderheilk., Bd. 73, S. 81—107; 1923.
Salvioli, Gaetano und Anselini, Valentino: Sperimentale, Jahrg. 81, H. 3, S. 215—37; 1927.
Stern, Alfred: Archiv f. Gynäkol., Bd. 1118, S. 410—420; 1923.
Tannenberg, Jos.: Frankf. Ztschr. f. Pathol., Bd. 24, S. 1—19; 1926.

Lebenslauf.

Als Sohn des Arztes Dr. Otto Gefe in Groß-Umstadt am 15. Juli 1912 geboren, besuchte ich bis zur Reifeprüfung die Oberrealschule Groß-Umstadt. Das medizinische Studium absolvierte ich an den Universitäten Königsberg, München, Marburg, Graz, Frankfurt. In Frankfurt legte ich im Herbst 1935 das medizinische Staatsexamen ab. Während des praktischen Jahres war ich an der Medizinischen Universitätsklinik Frankfurt am Main. Auf Anregung von Herrn Oberarzt Dozent Dr. med. Hildebrand machte ich vorliegende Untersuchungen.

Für liebenswürdiges Entgegenkommen und wertvolle Unterstützung sage ich Herrn Oberarzt Hildebrand meinen Dank.